Дп 9410

На правахъ рукописи.

Отдѣлъ по испытанію и освидѣтельствованію заказовъ Министерства Путей Сообщенія.

Выпускъ VI.

СВОДЪ

результатовъ испытанія рельсовъ, по новымъ техническимъ условіямъ

за 1909 и 1910 года.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія Министерства Путей Сообщенія
(Товарищества И. Н. Кушнеревъ и К°), Фонтанка, 117.
1913.

D II 9410

На правахъ рукописи.

Отдѣлъ по испытанію и освидѣтельствованію заказовъ Министерства Путей Сообщенія.

Выпускъ VI.

СВОДЪ

результатовъ испытанія рельсовъ, по новымъ техническимъ условіямъ

за 1909 и 1910 года.

18156

Переинв. 1950

Лен. Гос. Ун-т Научная библиотека им. Горького

ПРОВЕРКА 2007

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія Министерства Путей Сообщенія
(Товарищества И. Н. Кушнеревъ и К°), Фонтанка, 117.
1913.

Подарил Библиотеке I Петроградского Государственного Университета Инженер Путей Сообщения Константин Константинович Ко́ковцов 28 Янв. 1919.

I.

Улучшеніе качества поступающихъ на русскія желѣзныя дороги рельсовъ составляетъ предметъ постоянныхъ заботъ Министерства Путей Сообщенія. Одной изъ наиболѣе серьезныхъ въ этомъ отношеніи мѣръ, какъ у насъ, такъ и за границей, признавалась надлежащая разработка техническихъ условій на поставку и пріемку рельсовъ. Такъ какъ издаваемыя въ различное время техническія условія не давали полнаго удовлетворенія, то они неоднократно подвергались переработкѣ и въ нихъ вносились различныя измѣненія и дополненія. Въ послѣдній разъ, въ 1899 году была предпринята обширная работа по подробному изученію вопросовъ о необходимыхъ качествахъ рельсовъ и о техническихъ условіяхъ на ихъ поставку, для чего при Инженерномъ Совѣтѣ Министерства Путей Сообщенія была образована особая рельсовая комиссія, подъ предсѣдательствомъ члена совѣта, профессора, нынѣ покойнаго, Л. Ф. Николаи. Съ цѣлью выясненія, какими свойствами должны обладать рельсы, чтобы они вполнѣ исправно и достаточно долго служили, по порученію Комиссіи, въ Лабораторіяхъ Института инженеровъ путей сообщенія была исполнена капитальная работа по подробному испытанію и изслѣдованію около 200 снятыхъ съ путей рельсовъ, изъ которыхъ одна часть дорогами признавалась вполнѣ хорошими, а другая часть обнаружила въ службѣ различные недостатки. Хотя по результатамъ этихъ испытаній и не обнаружилось рѣзкой разницы между хорошими и дурными рельсами, тѣмъ не менѣе добытый

опытный матеріалъ послужилъ серьезнымъ пособіемъ при разработкѣ новыхъ техническихъ условій.

Разработанные Комиссіей новыя техническія условія на поставку рельсовъ, послѣ одобренія и утвержденія въ установленномъ порядкѣ, были объявлены къ руководству, сначала въ 1907 году, а затѣмъ, въ нѣсколько измѣненной редакціи, въ 1908 году. Фактически новыя техническія условія введены въ дѣйствіе съ 11 декабря 1908 года.

Главнѣйшія особенности новыхъ техническихъ условій заключаются въ слѣдующемъ:

1. Испытаніе рельсовъ производится не по случайно составленнымъ партіямъ, а по плавкамъ.

2. Изъ различныхъ испытаній, дѣлавшихся ранѣе, сохранена только одна проба, имѣющая рѣшающее значеніе, а именно испытаніе на ударъ бабой подъ копромъ. Нормы для этого испытанія, т. е. вѣсъ бабы и высота ея паденія, остались прежнія, но добавлено условіе, что послѣ перваго удара стрѣла прогиба должна быть не менѣе 30 мм. и не болѣе 75 мм. и кромѣ того введенъ второй ударъ.

3. Кромѣ указанной ударной пробы, періодически производится рядъ дополнительныхъ, иначе называемыхъ „факультативныхъ“ испытаній, имѣющихъ цѣлью выяснить подробно свойства металла принимаемыхъ рельсовъ, но результаты этихъ испытаній не могутъ служить причиной забракованія рельсовъ, за исключеніемъ случая повторнаго полученія слишкомъ низкаго предѣла упругости. Къ этого рода испытаніямъ относятся: пробы ударомъ бабою, основная, (при пониженной температурѣ, при увеличенной высотѣ паденія), пробы на разрывъ съ опредѣленіемъ предѣла упругости, проба статическимъ изгибомъ, проба на твердость по Бринеллю, изслѣдованіе макро- и микроструктуры вытравливаніемъ, химическій анализъ, обязательный также и для каждой плавки и, кромѣ того, измѣреніе температуры начала и конца прокатки.

4. Обращается вниманіе, хотя и не предъявляется

категорическихъ требованій по отношенію къ нѣкоторымъ существеннымъ условіямъ производства, какъ то: на обрѣзку прибыли, на температуру прокатки, особенно ея конца, на правку рельсовъ и т. п.

Указанныя дополнительныя испытанія, если и не могутъ служить причиной забракованія рельсовъ (кромѣ повторнаго полученія предѣла упругости ниже 30 кгр. на кв. мм.), тѣмъ не менѣе даютъ въ руки пріемщика матеріалъ, пользуясь которымъ, онъ можетъ убѣдить администрацію завода принять мѣры для улучшенія производства въ той или иной части.

Такимъ образомъ, въ новыхъ условіяхъ пріемки, обрядности по обязательнымъ испытаніямъ сведены до минимума, но зато проведена полная систематичность факультативныхъ испытаній, такъ какъ всѣ эти испытанія производятся надъ однимъ рельсомъ, для котораго извѣстны, какъ химическій составъ, такъ и температура прокатки.

Наряду съ преимуществами новыхъ условій слѣдуетъ упомянуть и о нѣкоторыхъ ихъ недостаткахъ, могущихъ неблагопріятно отразиться на качествѣ рельсовъ. Такъ, часто указывали на недостатокъ старыхъ условій въ томъ отношеніи, что довольно тяжелыя условія испытанія на ударъ, заставляютъ заводъ готовить рельсы изъ болѣе мягкаго, менѣе хрупкаго металла. Не входя въ обсужденіе того, насколько такое опасеніе справедливо, слѣдуетъ отмѣтить, что оно остается въ полной силѣ и при новыхъ условіяхъ, такъ какъ нормы испытанія подъ копромъ остались, какъ выше упомянуто, тѣ же самыя, но сверхъ того уничтожено требованіе о минимальномъ сопротивленіи разрыву, которымъ до извѣстной степени исключается слишкомъ мягкій металлъ. Съ этимъ обстоятельствомъ составители новыхъ условій, повидимому, разсчитывали бороться установленіемъ предѣловъ для стрѣлы прогиба при ударѣ. Однако, можно думать, что этимъ путемъ едва ли можно достичь желаемой цѣли, что будетъ видно изъ дальнѣйшаго.

Съ точки зрѣнія безопасности желѣзнодорожнаго

движенія, хрупкіе рельсы безусловно должны быть отсортированы, что и достигается вполнѣ успѣшно ударной пробой, но, съ другой стороны, необходимо принять какія-либо мѣры и противъ излишней, такъ называемой, мягкости, вызывающей быстрое смятіе стыковъ, тѣмъ болѣе, что серьезнѣйшій недостатокъ нашихъ рельсовъ заключается именно въ преждевременномъ смятіи, а вовсе не въ излишней хрупкости. Вопросъ этотъ имѣетъ самое серьезное значеніе, а потому крайне желательно, чтобы онъ былъ изученъ въ ближайшемъ будущемъ съ надлежащей полнотою.

Какое вліяніе окажутъ новыя техническія условія на качество рельсовъ, можетъ выясниться только по прошествіи нѣсколькихъ лѣтъ, когда новые рельсы прослужатъ болѣе или менѣе продолжительный срокъ. Въ настоящее же время можетъ представить интересъ сопоставить результаты испытаній по новымъ техническимъ условіямъ рельсовъ всѣхъ русскихъ заводовъ, тѣмъ болѣе, что дополнительныя или „факультативныя“ испытанія, кромѣ своего прямого назначенія—контроля производства, должны служить матеріаломъ для будущаго пересмотра техническихъ условій. Дальнѣйшее представляетъ собою результаты систематической разработки поступающихъ въ Отдѣлъ по испытанію и освидѣтельствованію заказовъ Министерства Путей Сообщенія свѣдѣній и данныхъ о пріемочныхъ испытаніяхъ и иныхъ изслѣдованіяхъ рельсовъ на всѣхъ 11-ти рельсопрокатныхъ заводахъ.

Свѣдѣнія эти обнимаютъ собою приблизительно двухлѣтній періодъ, а именно: съ декабря 1908 г., когда началась пріемка по новымъ условіямъ, по ноябрь 1910 г., при чемъ матеріаломъ послужили въ общей сложности результаты 66.866 испытаній, изъ которыхъ 961 составляютъ дополнительныя или „факультативныя“, а 65.905—текущія рѣшающія испытанія.

II.

Въ настоящее время рельсы катаются на 11 заводахъ. Примѣняемые ими процессы производства стали слѣдующіе:

Александровскій Ю. Р. Брянскаго Общества	примѣняетъ	бессемеровскій
Днѣпровскій	„	„
Дружковскій (Донецкій)	„	„
Русско-Бельгійскій (Петровскій).	„	„
Новороссійскій	„	мартеновскій
Донецко-Юрьевскій	„	„
Макѣевскій	„	„
Надеждинскій Богословск. Общ.	„	„
Русск. Провидансъ	„	томасовскій и мартен.
Таганрогскій	„	томасовскій
Тагильскій (Нижне-Сальдинскій)	„	бессемер. и мартеновскій

Ниже будетъ указано, что способъ изготовленія стали, въ нѣкоторыхъ случаяхъ, оказываетъ значительное вліяніе на получаемые при испытаніи рельсовъ результаты.

III.

При производствѣ пріемочныхъ испытаній рельсовъ имѣли мѣсто случаи забракованія по причинѣ неудовлетворительныхъ результатовъ этихъ испытаній.

Въ табл. 1 сопоставлено, по отдѣльнымъ заводамъ, число забракованныхъ по результатамъ испытаній плавокъ. Свѣдѣнія эти относятся къ календарнымъ 1909 и 1910 годамъ. Бракъ по наружному осмотру, какъ не имѣющій, въ данномъ случаѣ, особаго интереса здѣсь не приводится.

Громадное большинство забракованій имѣли причиной изломъ при ударной пробѣ. Забракованія изъ-за стрѣлы прогиба или другихъ причинъ встрѣчались очень рѣдко. Такъ какъ испытаніе рельсовъ производится по плавкамъ, то въ таблицѣ свѣдѣнія даются по числу плавокъ.

Изъ таблицы видно, что количество забракованныхъ плавокъ, въ процентахъ къ числу испытанныхъ, на разныхъ заводахъ колеблется въ значительной степени.

Таблица № 1.

Число испытанныхъ и забракованныхъ, по ударной пробѣ, рельсовыхъ плавокъ.

НАЗВАНІЕ ЗАВОДОВЪ.	Испытано.		Забраковано.		Забраковано на 1 тысячу.		Способъ производства стали.
	1909	1910	1909	1910	1909	1910	
	Число плавокъ.						
Александровскій Ю. Р. .	4 540	4 174	28	3	6,16	0,72	Б.
Днѣпровскій	2 480	3 956	11	4	4,44	1,01	Б.
Донецкій (Дружковскій) .	2 680	3 986	—	3	—	0,75	Б.
Донецко-Юрьевскій . .	966	1 015	—	6	—	6,00	М.
Макѣевскій	928	1 379	—	—	—	—	М.
Надеждинскій	2 453	4 677	36	97	14,71	20,70	М.
Тагильскій	6 153	9 802	64	101	10,41	10,30	Б. М.
Новороссійскій	1 142	993	3	5	2,63	5,00	М.
Русскій Провиданс . .	4 487	1 978	75	25	16,77	12,70	Т. М.
Русско-Бельгійскій . .	6 219	3 672	166	98	26,70	26,70	Б.
Таганрогскій	3 330	2 593	14	6	4,20	2,30	Т.
Для всѣхъ заводовъ	35 378	38 225	397	348	11,2	9,1	—

Если взять среднія за два года числа забракованныхъ плавокъ (въ процентахъ) и расположить заводы въ порядкѣ возрастающаго брака, то получится нижеслѣдующее соотношеніе:

Макѣевскій	0 %
Дружковскій	0,045 „
Днѣпровскій	0,233 „
Донецко-Юрьевскій	0,303 „
Таганрогскій	0,338 „
Александровскій Ю. Р. . . .	0,356 „
Новороссійскій	0,375 „
Тагильскій	1,03 „
Русск. Провидансъ	1,56 „
Надеждинскій	1,86 „
Русско-Бельгійскій	2,67 „

Болѣе подробныя свѣдѣнія о числѣ сломавшихся при копровой пробѣ рельсовъ, приводятся ниже.

IV.

Согласно техническихъ условій, каждая плавка должна быть испытана надъ копромъ двумя ударами бабы. Съ этой цѣлью отъ головной части одной изъ рельсовыхъ полосъ отрѣзается кусокъ длиною 5 футовъ и, будучи положенъ на двѣ опоры, при пролетѣ въ $3^1/_2$ фута, подвергается двумъ ударамъ бабы, вѣсомъ 30 п., падающей съ высоты, опредѣляемой изъ формулы $H = 0{,}88 \frac{J}{Z_0^2}$ (въ футахъ). Кусокъ рельса не долженъ при этомъ ломаться и, послѣ перваго удара, долженъ давать стрѣлу прогиба не менѣе 30 мм. и не болѣе 75 мм. Въ журналѣ испытанія записывается стрѣла прогиба послѣ перваго и послѣ второго удара.

Матеріаломъ для выясненія отношенія рельсовъ къ ударной пробѣ послужили результаты 65.905 текущихъ

испытаній, произведенныхъ за разсматриваемый періодъ времени на всѣхъ 11-ти рельсопрокатныхъ заводахъ.

Разработкѣ подвергались данныя о стрѣлѣ прогиба послѣ перваго удара, прогибъ же послѣ второго удара подробно не разсматривался. При изученіи этихъ данныхъ выяснилось, что стрѣлы прогиба получаются вообще самой разнообразной величины, но что, относительно распредѣленія прогибовъ, замѣчается опредѣленная закономѣрность, которая выяснится изъ дальнѣйшаго. Наблюдаемыя въ дѣйствительности прогибы для нормальныхъ типовъ рельсовъ хорошо укладываются въ указанныхъ техническими условіями предѣлахъ; прогибы болѣе 75 мм. наблюдаются очень рѣдко, а прогибы менѣе 30 мм. почти не наблюдались вовсе.

Результаты испытанія рельсовъ на ударъ представлены графически на прилагаемыхъ 13 діаграммахъ, полученныхъ слѣдующимъ образомъ:

На оси абсциссъ откладывались наблюденныя стрѣлы прогиба группами по два миллиметра. По оси ординатъ откладывалось число случаевъ полученія прогиба въ предѣлахъ разсматриваемыхъ двухъ миллиметровъ, но не въ абсолютной величинѣ, а въ процентахъ отъ общаго числа произведенныхъ испытаній даннаго типа и при одинаковыхъ условіяхъ высоты паденія и вѣса бабы. Такъ, напримѣръ, изъ діаграммы № 1, составленной для Днѣпровскаго завода, видно, что на 100 испытаній каждаго типа прогибы въ 51 и 52 мм. или иначе прогибы въ предѣлахъ отъ 50,5 до 52,5 мм., для типа Ia имѣли мѣсто въ 16,4 случаяхъ, для типа IIa въ 9,7 случаяхъ, для типа IIIa (кривая 1) въ 3,0 случаяхъ; при испытаніи рельсовъ типа IVa такіе прогибы не наблюдались вовсе. Точно также прогибы въ предѣлахъ отъ 66,5 до 68,5 мм., т. е. прогибы въ 67 и 68 мм. вмѣстѣ, наблюдались для типа Ia въ 0,5, для типа IIa—2,2, для типа IIIa—11,4, для типа IVa—14,2 случаяхъ изъ 100. Такимъ образомъ, ординаты служатъ мѣриломъ частоты наблюденія прогиба, опредѣляемаго соотвѣтствующей абсциссой. Если наблюдаемыя стрѣлы прогиба заключаются въ сравнительно тѣсныхъ

предѣлахъ, то кривая на діаграммѣ получается съ рѣзко выраженнымъ максимумомъ и круто падающими вѣтвями. Кривая съ пологими, расширенными вѣтвями означаетъ, что стрѣлы прогиба наблюдаются очень разнообразной величины и заключаются въ болѣе широкихъ предѣлахъ.

Число испытаній, послужившихъ для составленія кривыхъ, обозначено на каждой діаграммѣ для каждаго типа рельсовъ. Если однородныхъ испытаній было менѣе 200, то кривыя получались неправильными, а потому на чертежахъ и не помѣщены.

Если разсматривать результаты ударной пробы одного типа рельсовъ на разныхъ заводахъ, то окажется, что стрѣлы прогиба наблюдаются въ болѣе или менѣе одинаковыхъ предѣлахъ и болѣе или менѣе одинаковой величины, почему сравненіе результатовъ отдѣльныхъ испытаній и не можетъ дать какихъ-либо данныхъ. Только если выяснить, какъ часто наблюдаются на одномъ и на другомъ заводѣ большія и малыя стрѣлы прогиба, можно вывести заключеніе о склонности рельсовъ даннаго завода давать стрѣлы прогиба больше или меньше, чѣмъ на другомъ заводѣ. Эта задача очень просто и наглядно можетъ рѣшаться при помощи составленныхъ діаграммъ. Такъ, смѣщеніе кривой вправо указываетъ, что рельсы даннаго типа и даннаго завода даютъ большіе прогибы и. наоборотъ, кривая, сдвинутая влѣво, означаетъ склонность рельсовъ давать малыя стрѣлы прогиба.

Разсмотрѣніе діаграммъ приводитъ къ слѣдующимъ двумъ заключеніямъ:

1. Такъ какъ всѣ кривыя имѣютъ болѣе или менѣе ясно выраженный максимумъ, то отсюда слѣдуетъ, что для каждаго завода и для каждаго типа рельсовъ имѣется нѣкоторый прогибъ, который наблюдается чаще всѣхъ остальныхъ и, къ которому какъ бы стремятся приблизиться другіе наблюдаемые прогибы. Этотъ прогибъ, отвѣчающій максимуму кривой, можно назвать *характернымъ* прогибомъ для данныхъ условій испытанія.

2. На всѣхъ діаграммахъ кривыя вообще и характер-

ные прогибы въ частности болѣе легкихъ типовъ рельсовъ располагаются правѣе болѣе тяжелыхъ. Отсюда слѣдуетъ, что, чѣмъ легче типъ рельсовъ, тѣмъ большія стрѣлы прогибовъ получаются при ударной пробѣ.

Это обстоятельство на практикѣ не имѣло особыхъ послѣдствій при испытаніи рельсовъ четырехъ нормальныхъ типовъ, но при испытаніи рельсовъ, элементы которыхъ значительно отличаются отъ нормальныхъ, напримѣръ, рельсовъ Вильямса и особенно рельсовъ малыхъ типовъ для узкоколейныхъ дорогъ, получались стрѣлы прогиба, значительно превышающія указанный въ техническихъ условіяхъ верхній предѣлъ въ 75 мм. Такъ, при испытаніи рельсовъ типа 11 фунтовъ въ пог. футѣ получались прогибы въ 120 мм. и даже болѣе *).

Въ таблицѣ № 2 сопоставлены опредѣленные, на основаніи діаграммъ, характерные прогибы для четырехъ нормальныхъ типовъ рельсовъ и для всѣхъ заводовъ. Кромѣ того, въ таблицѣ показаны отношенія прогибовъ рельсовъ типовъ Ia, IIa и IVa къ прогибу рельсовъ типа IIIa. Прогибъ типа IIIa принятъ за единицу, потому что, во-первыхъ, этотъ типъ самый распространенный и катался на всѣхъ заводахъ, кромѣ Макѣевскаго, и, во-вторыхъ, получающеяся при немъ прогибы хорошо укладываются въ указанныхъ техническими условіями предѣлахъ.

---

*) Рельсы четырехъ нормальныхъ типовъ имѣютъ слѣдующіе элементы:

	Ia	IIa	IIIa	IVa
Вѣсъ погоннаго фута, въ фунтахъ	32,426	28,952	24,918	22,991
Вѣсъ погонн. метра, въ кгр.	43,567	38,416	33,480	30,890
Площадь поперечнаго сѣченія . . . . . см.^{2}	55,64	49,06	42,76	39,45
Высота рельса . . . . см.	14,00	13,50	12,80	12,05
Разстояніе центра тяжести до подошвы . . . . . см.	6,963	6,781	6,209	5,924
Разстояніе центровъ тяжести до головки . . . см.	7,037	6,719	6,591	6,126
Моментъ инерціи . . см.^{4}	1.476,11	1.222,54	967,98	751,00

Таблица № 2.

Характерныя стрѣлы прогиба рельсовъ при ударной пробѣ.

Названіе заводовъ.	Стрѣлы прогиба въ мм.				Отношеніе прогибовъ.			
	Типа I а f_1	Типа II а f_2	Типа III а f_3	Типа IV а f_4	$\frac{f_1}{f_3}$	$\frac{f_2}{f_3}$	$\frac{f_4}{f_3}$	
Александровскій . . .	—	—	62	66	—	—	1,064	
Тоже	60	62	70	—	0,857	0,886	—	Вѣсъ бабы 45 пудовъ.
Днѣпровскій	52	56	63	63	0,825	0,889	1,000	
Русско-Бельгійскій . .	—	46	50	54	—	0,920	1,080	
Дружковскій	—	50	53	—	—	0,944	—	
Русскій Провидансъ томас.	—	48	56	62	—	0,857	1,107	
Русскій Провидансъ мартен.	—	48	54	—	—	—	—	
Таганрогскій	—	52	58	60	—	0,897	1,034	
Новороссійскій	—	48	54	58	—	0,889	1,074	
Донецко-Юрьевскій . .	—	—	54	—	—	—	—	
Макѣевскій	—	48	—	56	—	—	—	
Надеждинскій	—	—	52	54	—	—	1,039	
Тагильскій	—	—	60	64	—	—	1,066	

Изъ таблицы видно, что, хотя прогибы для отдѣльныхъ заводовъ колеблются въ довольно значительныхъ предѣлахъ, но отношеніе прогибовъ остается довольно постояннымъ для всѣхъ заводовъ. Взявши среднія ариѳметическія для всѣхъ заводовъ, получаются (съ округленіемъ) слѣдующія относительныя величины стрѣлъ прогибовъ четырехъ нормальныхъ типовъ рельсовъ:

типъ рельсовъ	Ia	IIa	IIIa	IVa
относительный прогибъ. . .	0,84	0,90	1,00	1,06

Установленный опытнымъ путемъ фактъ, что съ уменьшеніемъ профиля рельсовъ стрѣла прогиба увеличивается, находитъ полное подтвержденіе въ теоретическихъ соображеніяхъ. Не останавливаясь здѣсь на подробномъ выводѣ соотвѣтствующихъ математическихъ выраженій, можно указать лишь на то, что, если при ударной пробѣ рельсовъ работа паденія бабы опредѣляется формулой $GH=\alpha\frac{I}{Z^2}$, гдѣ G—вѣсъ бабы, H—высота ея паденія, α—постоянный коэффиціентъ, I—моментъ инерціи и Z—разстояніе центра тяжести отъ крайняго волокна, то, сдѣлавъ нѣкоторыя допущенія, можно показать, что величина стрѣлы прогиба обратно пропорціональна величинѣ Z. Такимъ образомъ теоретически получаются нижеслѣдующія относительныя стрѣлы прогиба:

для типовъ рельсовъ . . .	Ia	IIa	IIIa	IVa
относительные прогибы . .	0,89	0,92	1,00	1,05

Какъ видно, эти цифры весьма близки къ наблюдаемымъ въ дѣйствительности.

Изложенное приводитъ къ заключенію, что обусловленные техническими условіями предѣлы для стрѣлы прогиба не могутъ удовлетворяться при всѣхъ типахъ рельсовъ, и потому слѣдуетъ измѣнить, или формулу для вычисленія высоты паденія бабы такимъ образомъ, чтобы для болѣе легкихъ профилей эта высота сравнительно уменьшалась, съ сохраненіемъ требованія одинаковыхъ предѣловъ прогиба для всѣхъ типовъ, или же, сохраняя

теперешнюю высоту паденія, установить предѣлы прогиба, различные для различныхъ типовъ. Послѣдній путь, не представляя никакихъ трудностей, въ большей степени гарантируетъ пріемку не хрупкихъ рельсовъ и легко рѣшаетъ вопросъ о рельсахъ спеціальныхъ (остряковыхъ) профилей.

Чтобы сравнить стрѣлы прогиба рельсовъ одного типа, но разныхъ заводовъ, составлена діаграмма № 13, на которой нанесены кривыя прогибовъ для рельсовъ типа IIа, какъ наиболѣе распространеннаго, и катавшагося на всѣхъ заводахъ, за исключеніемъ Макѣевскаго.

Разсмотрѣніе этой діаграммы весьма наглядно показываетъ различіе въ стрѣлахъ прогиба рельсовъ разныхъ заводовъ и, что на однихъ заводахъ получаются преимущественно большіе прогибы, а на другихъ—сравнительно малые. Это различіе можетъ быть выражено въ цифрахъ слѣдующимъ образомъ. Если считать малыми прогибы въ 48 мм. и менѣе, а большими 65 мм. и болѣе, и сосчитать для каждаго завода, какое количество (въ процентахъ) испытаній дало малые и большіе прогибы, то получается слѣдующее соотношеніе:

ЗАВОДЫ.	прогибы 48 мм. и менѣе %	прогибы 65 мм. и болѣе %
Надеждинскій	26,4	3,6
Русск. Бельгійскій	20,1	1,9
Новороссійскій	19,6	4,4
Русск. Провиданс Мартен.	17,8	0,6
Макѣевскій	14,0	0,5
Дружковскій	12,5	0
Донецко-Юрьевскій	8,4	0,7
Русск. Провиданс Томас. .	6,8	1,2
Таганрогскій	0,7	8,0
Тагильскій	0,7	16,7
Александровскій	2,6	21,4
Днѣпровскій	0,5	39,3

Въ этой табличкѣ заводы расположены, частью въ порядкѣ убывающихъ цифръ для малыхъ прогибовъ, частью въ порядкѣ возрастающихъ цифръ для большихъ прогибовъ. При сопоставленіи ея брались цифры только для рельсовъ типа IIа, но для Макѣевскаго взятъ типъ IIа, при чемъ, однако, для сравнимости, за малые прогибы считались прогибы въ 44 м. и менѣе, а за большіе въ 59 и болѣе, что приблизительно соотвѣтствуетъ выше найденнымъ соотношеніямъ прогибовъ разныхъ типовъ.

Получившееся расположеніе заводовъ замѣчательно тѣмъ, что изъ первыхъ 5-ти заводовъ 4 примѣняютъ мартеновскій способъ, а изъ послѣднихъ три примѣняютъ бессемеровскій способъ и четвертый—томасовскій. Взявши среднее число малыхъ и большихъ прогибовъ для мартеновскихъ и бессемеровскихъ рельсовъ, получимъ нижеслѣдующія цифры:

	малыхъ прогибовъ %	большихъ прогибовъ %
мартеновскіе рельсы	17,2	2,0
бессемеровскіе „	7,3	15,9

Отсюда видно, что малыя стрѣлы прогиба наблюдаются у мартеновскихъ рельсовъ чаще, чѣмъ у бессемеровскихъ.

Кромѣ условія о прогибахъ въ установленныхъ предѣлахъ, техническія условія требуютъ, чтобы рельсы выдерживали безъ излома два удара бабы. Въ дѣйствительности, изломы имѣютъ мѣсто, но число ихъ весьма различно на разныхъ заводовъ. Число изломовъ на первомъ и второмъ ударѣ для каждаго завода и для каждаго типа показано на соотвѣтствующихъ діаграммахъ. Кромѣ того, въ таблицѣ 3 показано количество изломовъ для каждаго завода, какъ для каждаго типа отдѣльно, такъ и вообще по всѣмъ испытаніями на первомъ и второмъ ударѣ. Число изломовъ показано въ % отъ числа испытанныхъ рельсовъ. Заводы приведены въ порядкѣ уменьшающагося числа изломовъ.

Таблица № 3.

Число изломовъ рельсовъ при ударной пробѣ въ % отъ числа испытанныхъ.

Названіе заводовъ.	Типа I-а.		Типа II-а.		Типа III-а.		Типа IV-а.		Вообще всѣхъ типовъ.		
	На 1-мъ ударѣ.	На 2-мъ ударѣ.	На 1-мъ ударѣ.	На 2-мъ ударѣ.	На 1-мъ ударѣ.	На 2-мъ ударѣ.	На 1-мъ ударѣ.	На 2-мъ ударѣ.	На 1-мъ ударѣ.	На 2-мъ ударѣ.	Всего.
Русскій Провидансъ, мартен.	—	—	3,26	6,22	3,88	3,17	—	—	3.65	4.31	7,96
Русскій Бельгійскій . .	—	—	0,94	3,72	3,08	6.02	0,48	1,08	2.02	5.04	7,05
Дружковскій	—	—	2,97	3,20	0,95	2,38	—	—	2,82	3,14	5,96
Надеждинскій	—	—	—	—	1,16	4,22	0	1,70	1,08	4,02	5,11
Русск. Провидансъ, томас.	—	—	3,88	3,25	0,95	1,66	0,25	1,75	2,00	2,27	4,27
Тагильскій	—	—	—	—	0,90	2,08	0,78	1,75	0.81	1,90	2,71
Донецко-Юрьевскій . .	—	—	—	—	0,42	1,81	—	—	0,42	1,81	2,23
Новороссійскій	—	—	0,29	0,78	1,26	2,07	0,32	0,65	0,73	1,35	2,08
Дѣпровскій	0,28	0,94	1,84	2,75	0,42	0,66	0	0,92	0,56	1,09	1,66
Таганрогскій	—	—	0,24	0,90	0,26	1,12	0	0,79	0,20	1,00	1,20
Александровскій . . .	0,17	0,28	0,44	0,71	0,32	0,74	0	0,45	0,29	0,68	0,98
Макѣевскій	—	—	0,35	0,87	—	—	0	0.12	0,20	0,57	0,77

Таблица эта какъ бы развиваетъ данныя табл. I о числѣ забракованныхъ плавокъ, но прямой зависимости между ними нѣтъ, такъ какъ вслѣдствіе допущенныхъ переиспытаній, значительное количество, первоначально давшихъ неудовлетворительные результаты плавокъ, послѣ переиспытанія принимается. Изъ разсмотрѣнія

Научная

табл. 3 можно сдѣлать нѣсколько заключеній, а именно: что ясно выраженнаго различія въ хрупкости мартеновскихъ и бессемеровскихъ рельсовъ не замѣчается, что количество изломовъ на второмъ ударѣ больше, чѣмъ на первомъ, и, что при испытаніи болѣе тяжелыхъ типовъ рельсовъ, изломы случаются чаще, чѣмъ при болѣе легкихъ. Такимъ образомъ, довольно распространенное мнѣніе о томъ, что мартеновскіе рельсы лучше выдерживаютъ ударную пробу, чѣмъ бессемеровскіе, данными этой таблицы не подтверждается.

При разсмотрѣніи свѣдѣній объ изломахъ, было обращено вниманіе на случаи изломовъ на второмъ ударѣ, и была сдѣлана попытка выяснить, не увеличивается ли вѣроятность излома на второмъ ударѣ, въ случаѣ, если при первомъ ударѣ получился сравнительно небольшой прогибъ. Однако, установить какую-либо зависимость въ этомъ направленіи пока не представилось возможнымъ.

V.

Какъ выше было сказано, кромѣ испытанія на ударъ каждой плавки, рельсы подвергаются различнымъ дополнительнымъ испытаніямъ и изслѣдованіямъ, въ количествѣ одного рельса отъ недѣльной производительности. Результаты этихъ испытаній не могутъ служить причиной забракованія рельсовъ, за исключеніемъ повторнаго полученія низкаго предѣла упругости.

Изъ этихъ дополнительныхъ изслѣдованій, заслуживаютъ вниманія данныя о химическомъ составѣ нашихъ рельсовъ. Въ табл. 4 приведены результаты химическаго анализа рельсовъ, подвергавшихся дополнительнымъ изслѣдованіямъ. Въ этой таблицѣ для каждаго элемента показаны: среднее содержаніе, представляющее ариѳметическую среднюю изъ всѣхъ анализовъ и, кромѣ того, наибольшее и наименьшее содержанія, найденныя при отдѣльныхъ анализахъ. Число изслѣдованныхъ рельсовъ также показано въ таблицѣ.

Таблица № 4.

Сводъ результатовъ химическаго анализа рельсовой стали.

НАЗВАНІЕ ЗАВОДА.	Способъ изготов. рельсовъ.	C			Mn			Si			P			S			Число испытаній.
		Сред.	Max.	Min.	Сред.	Max.	Min.	Сред.	Max.	Min.	Сред	Max.	Min.	Сред	Max.	Min.	
Днѣпровскій . .	Бесс.	0,37	0,40	0,31	0,85	1,02	0,65	0,062	0,140	0,020	0,080	0,130	0,060	0,020	0,093	0,010	35
Дружковскій . . .	„	0,43	0,48	0,39	0,91	1,04	0,70	0,108	0,201	0,070	0,093	0,103	0,072	0,061	0,113	0,037	17
Александровскій .	„	0,44	0,63	0,37	0,87	1,12	0,65	0,078	0,139	0,016	0,100	0,142	0,050	0,057	0,125	0,016	36
Р. Бельгійскій . .	„	0,39	0,48	0,29	0,77	1,00	0,59	0,062	0,124	0,021	0,086	0,116	0,053	0,074	0,171	0,017	16
Тагильскій . . .	„	0,47	0,59	0,40	0,29	0,52	0,25	0,057	0,112	0,029	0,069	0,072	0,066	0,005	0,008	слѣды	52
Таганрогскій . .	Томас.	0,39	0,45	0,37	1,14	1,30	1,00	0,136	0,186	0,093	0,070	0,092	0,057	0,040	0,066	0,021	32
Провиданс̀ъ . .	„	0,41	0,56	0,32	0,97	1,38	0,72	0,052	0,123	0,023	0,089	0,163	0,055	0,051	0,080	0,020	22
Новороссійскій .	Март.	0,42	0,50	0,33	1,00	1,26	0,70	0,091	0,117	0,062	0,082	0,109	0,044	0,037	0,060	0,024	50
Макѣевскій . .	„	0,61	0,72	0,52	0,61	0,85	0,30	0,044	0,08	0,04	0,009	0,022	0,002	0,060	0,092	0,031	25
Надеждинскій .	„	0,47	0,69	0,25	0,85	1,40	0,51	0,030	0,116	слѣд.	0,042	0,120	0,015	0,012	0,031	0,004	67
Провиданс̀ъ . . .	„	0,48	0,67	0,37	0,82	1,08	0,62	0,037	0,170	0,014	0,065	0,112	0,015	0,054	0,100	0,020	11
Тагильскій . . .	„	0,52	0,68	0,35	0,78	1,06	0,55	0,103	0,235	0,060	0,053	0,060	0,050	0,004	0,036	слѣды	7
Д. Юрьевскій . .	„	0,46	0,60	0,36	0,85	1,41	0,56	0,147	0,230	0,070	0,043	0,070	0,020	0,030	0,005	0,02	39
Колебанія для всѣхъ завод. .	—	—	0,72	0,25	—	1,41	0,25	—	0,230	слѣды	—	0,163	0,002	—	0,171	слѣды	—

Изъ этой таблицы видно, что наименьшимъ содержаніемъ C отличаются рельсы Днѣпровскаго завода, а наибольшимъ—рельсы Макѣевскаго завода. Въ общемъ содержаніе C для всѣхъ заводовъ получится въ довольно тѣсныхъ границахъ. Сравнивая рельсы по способу изготовленія стали, видно, что въ бессемеровскихъ рельсахъ углерода нѣсколько меньше, чѣмъ въ мартеновскихъ. Уральскіе заводы придерживаются нѣсколько большаго содержанія C, чѣмъ южные. Наименьшимъ содержаніемъ Mn отличается Макѣевскій зав., и особенно Тагильскій для бессемеровскихъ рельсовъ.

Что же касается цифръ для наибольшихъ и наименьшихъ содержаній отдѣльныхъ элементовъ, то, въ этомъ отношеніи, между заводами существуетъ значительное отличіе. Если ограничиться разсмотрѣніемъ цифръ для C и Mn то окажется, что, въ то время, какъ на однихъ заводахъ колебанія составляютъ около 10% въ ту и другую сторону отъ средней, то на другихъ заводахъ получаются цифры, отличающіяся отъ средней почти на 50%. На это обстоятельство, вѣроятно, вліяетъ степень однородности металла и тщательность надзора за процессомъ передѣла стали

VI.

Въ нижеслѣдующихъ таблицахъ приведены данныя о результатахъ испытанія на разрывъ и на ударъ. Согласно техническихъ условій, испытанію на разрывъ подвергаются 4 или 3 бруска, вырѣзаемые изъ подошвы, изъ шейки, изъ низа головки и изъ верха головки, или, вмѣсто послѣднихъ двухъ, одинъ изъ середины головки. При этомъ испытаніи опредѣляются: сопротивленіе разрыву, удлиненіе, поперечное съуженіе и предѣлъ упругости. Относительно этой послѣдней величины слѣдуетъ отмѣтить, что предѣломъ упругости называютъ часто три различныя между собою величины, а именно: предѣлъ упругости въ тѣсномъ смыслѣ этого слова, пре-

дѣлъ пропорціональности удлиненій растягивающимъ усиліямъ и предѣлъ тягучести. Согласно техническихъ условій, для опредѣленія этой величины допускается примѣненіе діаграмнаго прибора, имѣющагося при разрывныхъ прессахъ, а потому въ данномъ случаѣ подъ предѣломъ упругости слѣдуетъ понимать величину предѣла тягучести (Streckgrenze). На нѣкоторыхъ заводахъ для этой цѣли пользуются зеркальнымъ приборомъ Мартенса, значительно болѣе чувствительнымъ, чѣмъ діаграмный, но при этомъ наступленіе момента, отвѣчающаго предѣлу пропорціональности, не отмѣчается съ достаточной ясностью и объективностью. Такимъ образомъ, получаемыя на разныхъ заводахъ разными приборами и разными наблюдателями величины предѣла упругости могутъ быть сравниваемы между собою только съ большою осторожностью.

При выводѣ среднихъ цифръ результатовъ испытанія на разрывъ, сначала для каждаго испытанія брались среднія цифры испытанія подошвы и головки, а затѣмъ выводились среднія для всѣхъ испытанныхъ рельсовъ. Поэтому въ приводимыя таблицы не вошли данныя, касающіяся испытанія шейки, что сдѣлано въ виду того, что шейка даетъ вообще результаты, значительно отличающіеся, или въ одну, или въ другую сторону, отъ головки и подошвы.

Дополнительныя ударныя испытанія, а именно: основныя, при замороженномъ рельсѣ и при увеличенной въ $1^1/_2$ раза высотѣ паденія бабы, производятся надъ тѣмъ же самымъ рельсомъ, что и проба на разрывъ, и потому представляетъ интересъ выяснить, нѣтъ ли какой либо зависимости между результатами испытанія на разрывъ и стрѣлами прогиба послѣ удара. Эти данныя сопоставлены въ таб. 5, при чемъ для каждаго типа рельса взяты среднія изъ всѣхъ произведенныхъ испытаній, число которыхъ показано въ особой графѣ. Стрѣлы прогиба взяты для перваго удара основной пробы.

Таблица № 5.

НАЗВАНІЕ ЗАВОДОВЪ.	Типъ рельса.	Вѣсъ бабы, въ пудахъ.	Высота паденія бабы, въ футахъ.	Стрѣла прогиба, въ мм.	Сопротивленіе разрыву.	Предѣлъ упругости.	Число испытаній.
Днѣпровскій	I-а	30	26,75	50,3	64,6	38,7	6
Александровскій	„	45	19,75	—	70,0	42,4	14
Макѣевскій	II-а	30	23,75	47,0	65,1	35,8	16
Р. Провидансъ (март.)	„	„	„	47,3	66,5	33,6	12
„ „ (томас.)	„	„	„	48,4	71.2	38,0	11
Новороссійскій	„	„	„	49,6	67,9	34,9	8
Русско-Бельгійскій	„	„	„	50,0	67,7	42,5	6
Дружковскій	„	„	„	51,7	68,1	41,0	14
Таганрогскій	„	„	„	53,1	68,9	38,9	8
Александровскій	„	45	17,50	—	71,1	43,9	11
Днѣпровскій	„	30	23,75	55,4	64,2	42,0	6
Надеждинскій	III-а	30	22,00	53,4	73,2	31,9	59
Р. Провидансъ (томас.)	„	„	„	53,4	75,4	36,2	11
Дружковскій	„	„	„	54,7	69,5	39,6	3
Р. Бельгійскій	„	„	„	54,9	74,0	42,9	10
Допецко-Юрьевскій	„	„	„	55,0	69,0	35,5	33
Новороссійскій	„	„	„	55,9	72.8	38,5	21
Александровскій	„	45	16,125	(56,7)	73,6	46,4	6
Р. Провидансъ (март.)	„	30	22,00	57,0	67,4	33,2	9
Таганрогскій	„	„	„	59,9	67,0	39.2	21
Тагильскій	„	„	„	61,3	67,8	35,7	27
Днѣпровскій	„	„	„	63.4	64,5	40,0	19
Надеждинскій	IV-а	30	18,75	54,7	74,4	32,2	8
Допецко-Юрьевскій	„	„	„	56,1	71,0	35,5	6
Новороссійскій	„	„	„	57,0	72,7	37,8	3
Макѣевскій	„	„	„	58	67,5	35.7	9
Тагильскій	„	„	„	62,7	68,7	35,5	25
Дружковскій	„	„	„	65,0	68,1	41,2	2
Днѣпровскій	„	„	„	65,8	65,8	39,6	5

Таблица эта показываетъ, что ясной закономѣрности между стрѣлою прогиба и сопротивленіемъ разрыву установить нельзя, но нѣкоторая зависимость какъ будто существуетъ, такъ какъ, въ общемъ, съ увеличеніемъ стрѣлы прогиба, сопротивленіе разрыву понижается. Что же касается предѣла упругости, то между этой величиной и прогибомъ, повидимому, нѣтъ никакой зависимости. Здѣсь необходимо однако отмѣтить, что цифры этой таблицы получены на основаніи сравнительно небольшого числа испытаній, а потому эти выводы нуждаются въ дальнѣйшей провѣркѣ, при накопленіи большого количества матеріала.

Кромѣ сопоставленія среднихъ цифръ, были подвергнуты сравнительному изученію результаты испытанія на ударъ и на разрывъ одного и того же рельса въ отдѣльности, съ цѣлью выясненія вліянія величины сопротивленія разрыву и предѣла упругости на стрѣлу прогиба. При этомъ выяснилось, что съ уменьшеніемъ сопротивленія разрыву, стрѣла прогиба уменьшается, но ясной, закономѣрной зависимости установить не удалось. Что же касается предѣла упругости, то между этой величиной и стрѣлою прогиба не оказалось возможнымъ установить какой-либо связи, несмотря на кажущееся противорѣчіе такого вывода теоретическимъ соображеніямъ. Равнымъ образомъ не оказалось возможнымъ найти зависимости между результатами испытанія статическимъ изгибомъ и результатами другихъ пробъ.

Но если величина стрѣлы прогиба при ударной пробѣ не зависитъ, ни отъ свойствъ металла, опредѣляемыхъ пробой на разрывъ, ни отъ свойствъ металла, опредѣляемыхъ пробой на изгибъ статической нагрузкой, то возникаетъ вопросъ, зависитъ ли она вообще отъ какихъ-либо свойствъ, присущихъ данному металлу, или же эта величина отъ внутреннихъ свойствъ стали не зависитъ и находится подъ вліяніемъ какихъ-либо случайныхъ внѣшнихъ причинъ. Чтобы отвѣтить на этотъ вопросъ, необходимо отмѣтить нижеслѣдующія обстоятельства: во-первыхъ, если сравнить стрѣлу прогиба, получающуюся

послѣ перваго удара со стрѣлой, послѣ второго удара, то окажется, что между этими величинами существуетъ строгая закономѣрность, а именно: отношеніе прогиба послѣ второго удара къ прогибу послѣ перваго удара составляетъ въ среднемъ 1,84, причемъ это отношеніе остается почти постояннымъ на всѣхъ заводахъ и для всѣхъ типовъ рельсовъ, колеблясь въ очень узкихъ предѣлахъ отъ 1,80 до 1,91. Во-вторыхъ, замѣчается полная закономѣрность между стрѣлами прогиба при основной ударной пробѣ и пробѣ ударомъ бабою при полуторной высотѣ паденія; въ этомъ случаѣ отношеніе прогибовъ получается 1,45 также съ ничтожными отклоненіями на разныхъ заводахъ и для разныхъ типовъ. Въ-третьихъ, если при обязательныхъ испытаніяхъ ударомъ получается неудовлетворительный результатъ, то, согласно техническихъ условій, производится переиспытаніе двухъ рельсовъ той же плавки. При этомъ, въ большинствѣ случаевъ, стрѣлы прогиба, какъ первоначально испытаннаго такъ и двухъ взятыхъ для переиспытанія рельсовъ, оказываются почти одинаковыми, давая отклоненіе обычно 3—4 мм. и рѣдко болѣе.

Очевидно, что если бы величина стрѣлы прогиба зависѣла отъ случайныхъ внѣшнихъ причинъ, то подобной закономѣрности въ прогибахъ не наблюдалось, а потому необходимо признать, что величина стрѣлы прогиба при ударѣ зависитъ отъ свойствъ даннаго матеріала, но что эти свойства въ прямой зависимости отъ свойствъ, опредѣляемыхъ при другихъ испытаніяхъ, не находятся. Насколько, однако, величина прогиба можетъ служить показателемъ доброкачественности рельса, въ смыслѣ продолжительности его службы, то на этотъ вопросъ, за неимѣніемъ матеріала, пока не представляется возможнымъ дать какого-либо отвѣта.

VII.

Въ таблицѣ 6 подробно указаны средніе результаты испытанія рельсовъ на разрывъ по каждому заводу и для каждаго типа рельсовъ отдѣльно. Кромѣ того въ

таблицѣ приведены данныя о среднемъ химическомъ составѣ рельсовой стали, а также степень вытяжки металла при прокаткѣ, т. е. отношеніе площадей *средняго* поперечнаго сѣченія первоначальнаго слитка къ готовому рельсу.

Таблица № 6.

Типъ рельса.	Временное сопротивленіе R.	Предѣлъ упругости R'.	$\frac{R'}{R}$ 100.	Относительное удлиненіе δ.	Поперечное сжатіе ψ.	Химическій составъ.					Степень вытяжки.	Число испытаній.
						C	Mn	Si	P	S		
Днѣпровскій заводъ.												
Ia	64,5	38,7	60,0	14,0	29,5	0,35	0,97	0,067	0,081	0,019	46	6
IIa	64,3	42,1	65,5	11,3	28,3	0,38	0,82	0,050	0,082	0,020	47	5
IIIa	64,5	40,0	62,1	14,6	29,4	0,37	0,85	0,063	0,078	0,033	56	19
IVa	65,8	39,6	60,2	12,6	31,8	0,36	0,83	0,064	0,078	0,012	61	5
Александровскій заводъ.												
Ia	69,9	42,4	60,7	15,1	19,6	0,42	0,87	0,079	0,105	0,066	41	14
IIa	71,1	43,9	61,8	14,1	24,2	0,41	0,92	0,080	0,100	0,078	47	11
IIIa	72,0	45,0	62,5	12,8	25,4	0,45	0,84	0,073	0,097	0,060	54	11
Русско-Бельгійскій заводъ.												
IIa	67,8	42,5	62,8	11,3	19,8	0,39	0,76	0,066	0,087	0,075	42	6
IIIa	74,0	42,9	58,0	13,2	16,0	0,38	0,77	0,060	0,085	0,074	53	10
Новороссійскій заводъ.												
IIa	67,9	34,9	51,5	9,5	10,7	0,42	1,06	0,092	0,073	0,033	39	8
IIIa	72,8	38,5	52,8	9,5	13,2	0,42	1,05	0,093	0,082	0,042	44	21
IVa	72,7	37,8	52,0	9,1	16,3	0,44	0,83	0,087	0,090	0,038	48	3

Типъ рельса.	Временное сопротивленіе R.	Предѣлъ упругости R'. R' 100. R	Относительное удлиненіе δ.	Поперечное сжатіе ε.	Химическій составъ. C	Mn	Si	P	S	Степень вытяжки.	Число испытаній.
Русскій Провидансъ (томасовскій металлъ).											
IIa	71,2	38,0	53.5	11.9	21.3	0.44	0,92	0,054	0,090	0,048	37½	11
IIIa	75,4	36,2	48.0	12.2	26.4	0.39	1.02	0,052	0,088	0,053	43	11
Русскій Провидансъ (мартеновскій металлъ).											
IIa	66,5	33,6	50.5	12,2	23,0	0,50	0,76	0,046	0,060	0,051	37½	12
IIIa	67,4	33,2	49.4	13,0	26.2	0.47	0.88	0,027	0,067	0,053	43	9
Дружковскій заводъ.											
IIa	68,1	41,0	58,8	15,4	25.0	0,43	0.91	0,11	0,093	0,064	37½	14
IIIa	69.5	39,6	57,0	17.3	29.3		–	–	–		42	3
Донецко-Юрьевскій заводъ.											
IIIa	69,0	35,5	51,8	15,0	31,1	0.15	0.87	0.15	0,045	0,027	32½	33
IVa	71,0	35,5	49,9	13,0	21,5	0.57	0,74	0,13	0,040	0,025	35½	6
Макѣевскій заводъ.											
IIa	65,1	35,8	55,0	12,6	18,5	0.60	0.62	0,045	0,007	0,052	31	16
IVa	67,5	35,7	53,0	12,7	21,2	0,62	0,62	0,043	0,011	0.068	38	9
Тагильскій заводъ.											
IIIa	67,8	35,7	51,8	13,1	21,0	0,46	0,30	0,050	0,089	0,005	31½	27
IVa	68,8	35,5	52,6	14,2	22,4	0,48	0,28	0,063	0,069	0,006	34½	25
Надеждинскій заводъ.											
IIIa	73,2	31,9	43,1	9,3	12.5	0,48	0,90	0,032	0,039	0,016	24	59
IVa	74.1	32,3	43,6	8,4	9,5	0.47	0,80	0,028	0,046	0,011	27	8
Таганрогскій заводъ.											
IIIa	67.1	39,8	58,8	15,6	26,0	0,38	1.15	0,142	0,071	0,039	19	21
IVa	68.9	38.9	56,5	17,4	30.5	0,40	1.13	0,133	0,069	0,041	20	8

Изъ этой таблицы видно, что по своему химическому составу рельсы одного и того же завода, но разныхъ типовъ, очень мало разнятся между собою, т. е. составъ стали рельсовъ разныхъ типовъ практически можно считать одинаковымъ.

Среднія величины сопротивленія разрыву колеблятся въ предѣлахъ отъ 64 кгр. на кв. мм. (Днѣпровскій зав.) до 75 кгр. на кв. мм. (Р. Провидансъ томас. сталь). Для отдѣльныхъ испытаній получались сопротивленія разрыву, достигавшія до 91 кгр. на кв. мм. Предѣлъ упругости наибольшій даютъ рельсы Александровскаго завода (45 кгр. мм^2), а наименьшій получается для рельсовъ Надеждинскаго завода (31,9 кгр. мм^2). Относительное удлиненіе колеблется въ предѣлахъ отъ 17% (Дружковскій и Таганрогскій зав.) до 8,4% (Надеждинскій зав.). Поперечное сжатіе наибольшее (31,8%) наблюдается въ рельсахъ Днѣпровскаго завода, а наименьшее (9,5) въ рельсахъ Надеждинскаго завода.

Строгой закономѣрности между степенью вытяжки и результатами испытанія на разрывъ установить нельзя, но въ общемъ замѣчается улучшеніе результатовъ разрывныхъ пробъ съ увеличеніемъ степени вытяжки, при чемъ больше всего вліяніе этого фактора сказывается на предѣлѣ упругости и поперечномъ сжатіи.

VIII.

Въ трудахъ Рельсовой Комиссіи имѣются обоснованныя данныя о томъ, что высокій предѣлъ упругости металла имѣетъ существенное значеніе, въ отношеніи способности рельсовъ сопротивляться быстрому смятію. Если величина предѣла упругости и не можетъ, повидимому, служить прямымъ мѣриломъ сминаемости, тѣмъ не менѣе высокій предѣлъ упругости, несомнѣнно, оказываетъ благотворное вліяніе на качество рельсовъ. Поэтому представляетъ интересъ разсмотрѣть нѣсколько подробнѣе результаты опредѣленія предѣла упругости изготовляемыхъ рельсовъ.

Въ таблицѣ 7 представлены результаты испытанія рельсовъ на разрывъ, при чемъ по каждому заводу показаны общія средніе цифры для всѣхъ типовъ и изъ всѣхъ испытаній. По выше приведеннымъ соображеніямъ, результаты испытанія шейки въ эти данныя не включены. При составленіи этой таблицы всѣ заводы были разбиты на 3 группы, въ зависимости отъ примѣняемаго способа изготовленія стали. Заводы, примѣняющіе два способа, показаны два раза въ соотвѣтствующихъ группахъ. Въ каждой группѣ заводы расположены въ порядкѣ убывающаго предѣла упругости.

Таблица № 7.

Названіе заводовъ.	Родъ стали.	Предѣлъ упругости P', кгр. мм².	Сопротивленіе разрыву P, кгр. мм².	$100\frac{P'}{P}$	Удлиненіе δ, %	Относительное суженіе ω, %	Число испытаній.
Александровскій	Бессемеровская.	44	71	62	15	23	36
Русскій Бельгійскій . .		43	72	60	13	17	16
Дружковскій		41	68	60	16	26	17
Днѣпровскій		40	65	62	14	30	35
Тагильскій		36	68	52	14	22	52
Таганрогскій	Томасовская	39	68	57	16	28	29
Русскій Провидансъ . .		37	73	51	12	24	22
Новороссійскій	Мартеновская	37	71	52	9	13	32
Макѣевскій		36	66	54	13	19	15
Донецко-Юрьевскій . .		35	69	51	15	30	39
Русскій Провидансъ . .		33	67	50	12	24	21
Надеждинскій		32	73	43	9	12	67
Тагильскій		31	72	43	14	21	7

На основаніи этой таблицы можно придти къ двумъ весьма замѣчательнымъ заключеніямъ:

Во-первыхъ, оказывается, что, какъ въ группѣ бессемеровскихъ, такъ и въ группѣ мартеновскихъ рельсовъ, послѣднее мѣсто принадлежитъ уральскимъ заводамъ, или что *въ рельсахъ уральскихъ заводовъ предѣлъ упругости ниже, чѣмъ въ рельсахъ южныхъ заводовъ.*

Во-вторыхъ, если разсматривать только южные заводы, то увидимъ, что *наименьшій* предѣлъ упругости для бессемеровскихъ рельсовъ составляетъ 40 кгр. на кв. мм.; въ то время какъ для мартеновскихъ рельсовъ *наибольшій* предѣлъ упругости составляетъ всего только 37 кгр. на кв. мм. а для остальныхъ заводовъ этихъ двухъ группъ эта разница еще больше. Такимъ образомъ, можно сказать, что *бессемеровскіе рельсы обладаютъ болѣе высокимъ предѣломъ упругости, чѣмъ мартеновскіе.*

Къ совершенно аналогичнымъ заключеніемъ можно было бы придти, если сравнивать не абсолютныя величины предѣла упругости, а отношеніе предѣла упругости къ сопротивленію разрыву, выраженное въ процентахъ, т. е. величину $100\frac{E}{R}$, при которой различіе между рельсами южными и уральскими, съ одной стороны, и между бессемеровскими и мартеновскими, съ другой стороны, выражается въ еще болѣе рѣзкой формѣ.

Относительно томасовскихъ рельсовъ можно сказать, что они занимаютъ промежуточное мѣсто, между бессемеровскими и мартеновскими.

Объясненіе причинъ, обусловливающихъ указанное различіе стали разнаго происхожденія выходитъ за предѣлы настоящей работы, однако, не лишнее будетъ указать на одно обстоятельство, а именно, что на предѣлъ упругости, повидимому, благопріятно вліяетъ содержаніе фосфора. Дѣйствительно, сравнивая между собою таблицы 7 и 6, видно, что содержаніе фосфора въ бессемеровской и томасовской стали вообще больше, чѣмъ въ мартеновской и, что изъ группы бессемеровскихъ рельсовъ наибольшій предѣлъ упругости даютъ рельсы Александров-

скаго завода, въ которыхъ наблюдается и наивысшее (0,10%) содержаніе фасфора. Благопріятное вліяніе фосфора на предѣлъ упругости замѣчается также и при разсмотрѣніи результатовъ испытанія отдѣльныхъ рельсовъ одного и того же завода, при чемъ, для рельсовъ, у которыхъ содержаніе фосфора выше средняго, получается и предѣлъ упругости тоже выше средняго.

Для оцѣнки сдѣланнаго вывода о преимуществѣ ретортнаго металла вообще, и кислаго въ особенности, въ смыслѣ болѣе высокаго предѣла упругости, необходимо принять во вниманіе, что группа заводовъ, изготовляющихъ рельсы изъ бессемеровской стали, обладаетъ сильными прокатными устройствами, дающими возможность катать рельсы съ болѣе сильной вытяжкой и при болѣе низкой температурѣ,—что не можетъ не отражаться на свойствѣ рельсовъ.

Кромѣ того, какъ выше было уже указано, на величину предѣла упругости, вѣрнѣе предѣла пропорціональности и текучести, оказываетъ довольно существенное вліяніе то обстоятельство, что величина эта опредѣляется разными приборами и разными лицами и, что для нахожденія нагрузки, отвѣчающей этому предѣлу, не имѣется вполнѣ точныхъ и опредѣленныхъ признаковъ. Поэтому найденныя числа предѣла упругости не могутъ считаться вполнѣ свободными отъ ошибокъ, зависящихъ отъ субъективныхъ свойствъ отдѣльныхъ наблюдателей.

Вліяніе этихъ факторовъ на результаты находится внѣ всякаго сомнѣнія, но было бы неправильно преувеличивать ихъ значеніе. Дѣло въ томъ, что, во-первыхъ, трудно допустить, чтобы субъективныя ошибки на заводахъ, изготовляющихъ бессемеровскую сталь, были направлены непремѣнно всѣ въ сторону увеличенія, а на заводахъ, примѣняющихъ мартеновскій способъ,—въ сторону умещьшенія. Во-вторыхъ, результаты по всѣмъ заводамъ получаются довольно согласные и близкія между собою. Въ третьихъ, весьма поучительны результаты, получающіеся на заводахъ Русскій Провидансъ и Тагиль-

скомъ, на которыхъ примѣняется два способа производства рельсовой стали. Въ данномъ случаѣ вліяніе причинъ, зависящихъ отъ условій прокатки, отъ субъективности наблюдателей и отъ чувствительности примѣняемыхъ приборовъ, остаются постоянными для того и другого металла, а между тѣмъ величина предѣла упругости для мартеновской стали получается систематически значительно ниже, чѣмъ для ретортной.

Такимъ образомъ, не придавая особеннаго значенія абсолютной величинѣ приведенныхъ въ табл. 7 цифръ для предѣла упругости, самый фактъ, что *рельсы бессемеровской, кислой стали обладаютъ предѣломъ упругости выше основной*, т. е. томасовской и *особенно выше мартеновской*, можно считать установленнымъ съ достаточной степенью вѣроятности.

IX.

Результаты испытанія рельсовъ на твердость, по способу Бринелля, представлены въ таблицахъ 8 и 9. Въ первой изъ нихъ приведены результаты отдѣльно по каждому заводу и каждому типу для подошвы, шейки и головки, и среднія цифры для каждаго завода. Во второй показаны получающіяся величины отношенія числа твердости къ сопротивленію разрыву.

См. табл. №№ 8 и 9.

Таблица № 8.

Числа твердости по Бринеллю въ рельсовой стали.

ЗАВОДЫ.	Типъ рельса.	Головка.	Шейка.	Подошва.	Среднее изъ числъ твердости головки, шейки и подошвы.	Число испытаній.	Среднее для рельсовъ одного завода.	Примѣчаніе.
Александровскій б.	Ia	206	—	—	206	14	214	
	IIa	229			229	11		
	IIIa	207	—	—	207	11		
Русско - Бельгійскій б. . .	IIa	224	—		224	6	222	
	IIIa	217,5		—	217,5	10		
Днѣпровскій б. .	Ia	204	204	228	212	6	214	
	IIa	—	247	—	247	5		
	IIIa	200	227	180	202	15		
	IVa	192	252	—	222	5		
Дружковскій б .	IIa	196	193	205	198	14	198,5	
	IIIa	204	225	209	212,6	3		
	IVa	180	170	196	182	2		
Нижне - Тагильскій б.	IIIa	200	202	190	197	27	198,5	
	IVa	205	198,5	196	199	25		
Таганрогскій т. .	IIa	—	—	169	169	8	171	
	IIIa		—	173	173	21		
	IVa		—	162	162	3		

ЗАВОДЫ.	Типъ рельса.	По ошив.	Шейка.	Головка.	Среднее изъ предѣловъ, шейки и подошвы.	Число испытаній.	Среднее для рельсовъ одного завода.	Примѣчаніе.
Р. Провидансъ т.	IIa	206	213,7	213	210,9	10	213,7	
	IIIa	212	218,8	218	216	10		
	IVa	217	207	219	214	3		
Новороссійскій м.	IIa	198	204	198	200	21	206	
	IIIa	205	210	205	207,5	21		
	IVa	203	232	208	214	17		
Макѣевскій м. . .	IIa	198,5	194	200	197,5	16	196	
	IVa	193,5	192	195,5	193,7	9		
Р. Провидансъ м.	IIa	203	201,7	200,6	201,7	10	204	
	IIIa	201	194	198	197,6	9		
	IVa	242	232	231,5	235	3		
Донецко - Юрьевскій м.	IIIa	224	—	—	224	34	225	Давленіе на шаръ 5 тон.
	IVa	235	—	—	235	6		
Надеждинскій м. .	IIIa	·	·	197	197	59	198	
	IVa	—	—	208	208	8		
Нижне - Тагильскій м.	IIIa	205	196	200,5	200	6	198,7	
	IVa	188	186	198	190,6	1		

Таблица № 9.

ЗАВОДЪ.	Родъ стали.	Число Бринеля. Временное сопротивленіе. Среднее.	Минимум.	Максимум.	Число испытаній.
Дѣпровскій	Бессемер.	3,54	2,43	4.79	43
Дружковскій	„	2,90	2,44	4,59	76
Тагильскій	„	2,93	2,34	3,72	156
Р. Бельгійскій	„	3,00	2,07	3,58	54
Александровскій	„	2.96	2.30	4,70	85
Р. Провидансъ	Томасов.	2,93	2.56	4.22	111
Таганрогскій	„	2.47	1.89	3.24	32
Р. Провидансъ	Мартен.	2.84	2,52	3.26	93
Тагильскій	„	2.77	2,48	2,59	21
Макѣевскій	„	2.86	2,62	3.39	72
Новороссійскій	„	2.84	2,26	3,76	182
Надеждинскій	„	2.77	2.48	3,56	66

Эти таблицы показываютъ, что при испытаніи на твердость по Бриннелю, едва ли можно получить какія-либо данныя для сравнительной оцѣнки свойствъ рельсовъ различныхъ заводовъ и, что отношеніе между числами твердости и сопротивленіемъ разрыву подвержено очень сильнымъ колебаніямъ.

X.

Кромѣ выше приведенныхъ данныхъ были разсмотрѣны имѣющіеся матеріалы по изслѣдованію рельсовъ на вытравливаніе микро- и макроструктуры. Изслѣдованія этого рода, повидимому могутъ имѣть серьезное значеніе при изученіи отдѣльныхъ частныхъ вопросовъ, но едва ли поддается массовой разработкѣ статистическаго и объективнаго характера. Оставляя, поэтому, пока открытымъ вопросъ о болѣе детальномъ использованіи этого матеріала, здѣсь необходимо указать, что въ общемъ, въ микроструктурѣ рельсовъ бессемеровскихъ и мартеновскихъ имѣется существенное различіе. Бессемеровскіе рельсы даютъ структуру въ видѣ некрупныхъ, частью разрушенныхъ и перепутанныхъ зеренъ феррита и перлита, при чемъ, количество феррита одинаково или немногимъ меньше перлита. Структура мартеновскихъ рельсовъ представляется въ видѣ болѣе или менѣе крупныхъ перлитовыхъ зеренъ, раздѣленныхъ довольно правильной и тонкой ферритовой сѣткой, съ значительнымъ преобладаніемъ на шлифѣ количества перлита. Для иллюстраціи сказаннаго, въ концѣ приведено нѣсколько характерныхъ снимковъ микроструктуры бессемеровскихъ и мартеновскихъ рельсовъ.

Изложенное относительно микроструктуры, а также и ранѣе относительно предѣла упругости, наводитъ на вопросъ въ томъ смыслѣ, что для изготовленія твердой рельсовой стали кислый бессемеровскій процессъ является болѣе подходящимъ, чѣмъ основной мартеновскій. Этотъ весьма важный вопросъ нуждается въ дальнѣйшемъ очень внимательномъ изученіи.

XI.

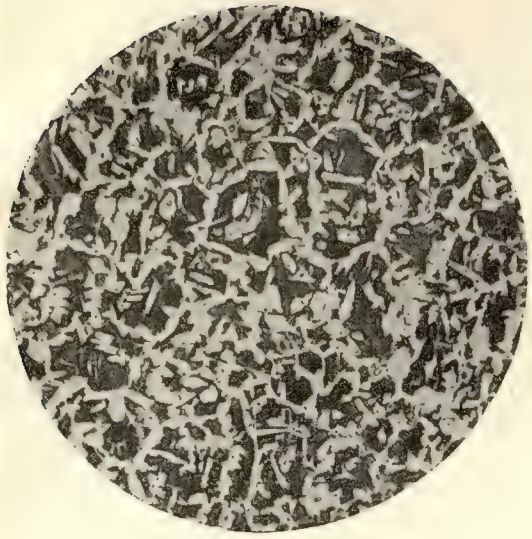
Настоящая работа представляетъ собою первую попытку систематической разработки результатовъ большаго числа пріемочныхъ испытаній рельсовъ на всѣхъ русскихъ заводахъ, а потому вполнѣ естественно, что нѣкоторые вопросы не могли быть разработаны съ надлежащей полнотою. Часть выше приведенныхъ данныхъ получена на основаніи сравнительно небольшого числа наблюденій и весьма возможно, что при накопленіи большаго количества матеріала, могутъ получиться результаты, существенно измѣняющіе приведенные здѣсь данныя. Тѣмъ не менѣе, полученные теперь результаты представляются существенно важными въ томъ отношеніи, что даютъ возможность сдѣлать довольно полную сравнительную характеристику свойствъ рельсовъ изготовляемыхъ различными заводами, поскольку эти свойства обнаруживаются при производящихся нынѣ пріемочныхъ испытаніяхъ.

Интересующимся рельсовымъ дѣломъ эти свѣдѣнія могутъ принести извѣстную пользу. Однако, нельзя не отмѣтить, что настоящая работа страдаетъ очень существенной односторонностью въ томъ смыслѣ, что пока остается совершенно неизвѣстнымъ, какъ относятся рельсы разныхъ заводовъ къ службѣ въ пути, которые изъ нихъ служатъ лучше или хуже, которые чаще ломаются и которые болѣе смнаются. Къ сожалѣнію, въ этомъ направленіи никакихъ систематическихъ наблюденій не производится.

Если, благодаря трудамъ Рельсовой Комиссіи, удалось поставить испытанія рельсовъ на раціональную и систематическую почву, то вполнѣ естественно пожелать, чтобы весь тотъ громадный трудъ, который затрачивается при испытаніяхъ рельсовъ на заводахъ, не пропадалъ даромъ, а дополнялся правильно организованными систематическими наблюденіями надъ службою этихъ рельсовъ въ пути.

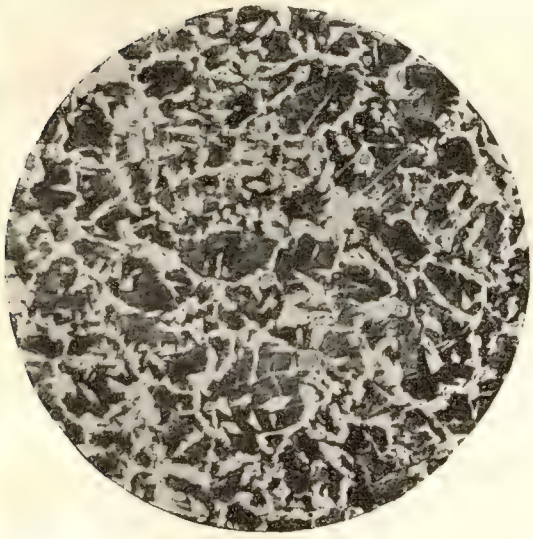
Проще всего этотъ вопросъ могъ бы быть рѣшенъ путемъ устройства въ 3-хъ или 4-хъ мѣстахъ желѣзнодорожной сѣти опытныхъ участковъ, въ видѣ соотвѣтствующимъ образомъ выбранныхъ перегоновъ, на которыхъ укладывать въ достаточномъ количествѣ рельсы всѣхъ заводовъ и продолжительными систематическими наблюденіями изучать ихъ сравнительныя качества въ службѣ. Только при такихъ условіяхъ, когда испытанія рельсовъ на заводѣ и испытанія рельсовъ въ уложенномъ пути будутъ идти параллельно и взаимно дополняться, можно расчитывать получить обоснованныя данныя для принятія мѣръ къ существенному повышенію качества нашихъ рельсовъ.

Октябрь 1911 г. *Гр. С. Шульцбургъ.*

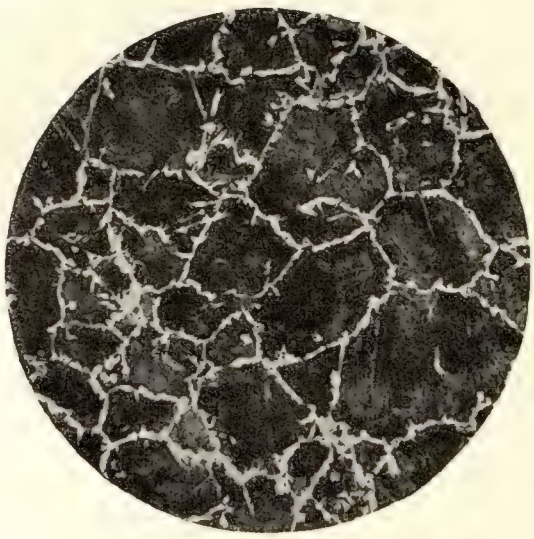


Александровскій Ю.-Р. заводъ:
бессемеровская плавка № 38053:
$C = 0{,}40$, $Mn = 1{,}03$,
линейное увеличеніе—100.

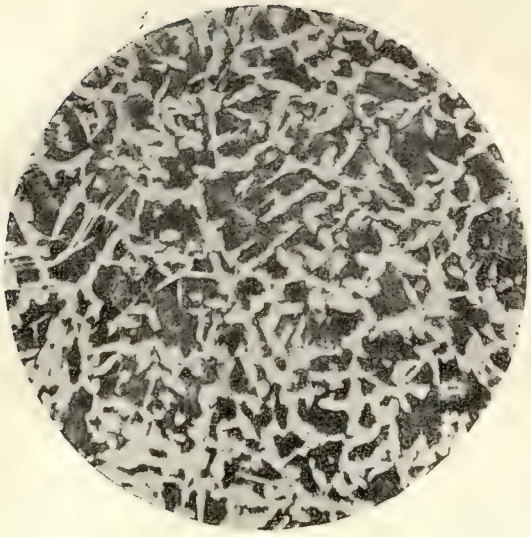
Александровскій Ю.-Р. заводъ:
мартеновская плавка № 4664:
$C = 0{,}40$, $Mn = 0{,}94$,
линейное увеличеніе—150.



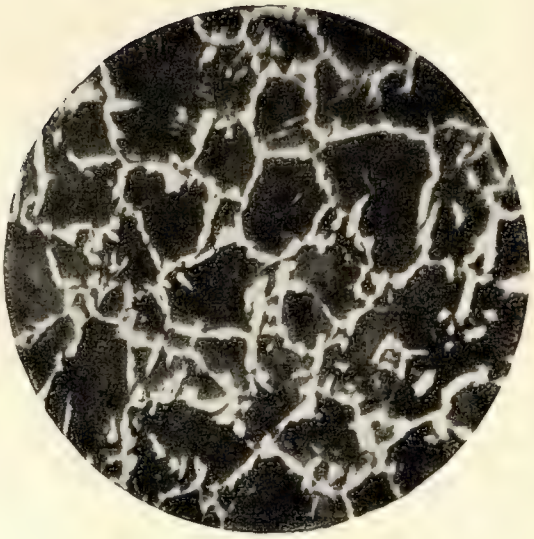
Александровскій Ю.-Р. заводъ:
бессемеровская плавка № 38594:
$C = 0{,}41$, $Mn = 0{,}99$,
линейное увеличеніе—100.



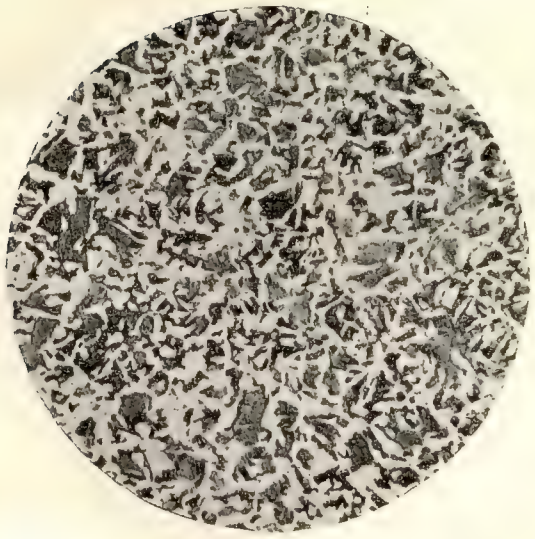
Александровскій Ю.-Р. заводъ:
мартеновская плавка № 2126:
$C = 0{,}48$, $Mn = 1{,}01$,
линейное увеличеніе—100.



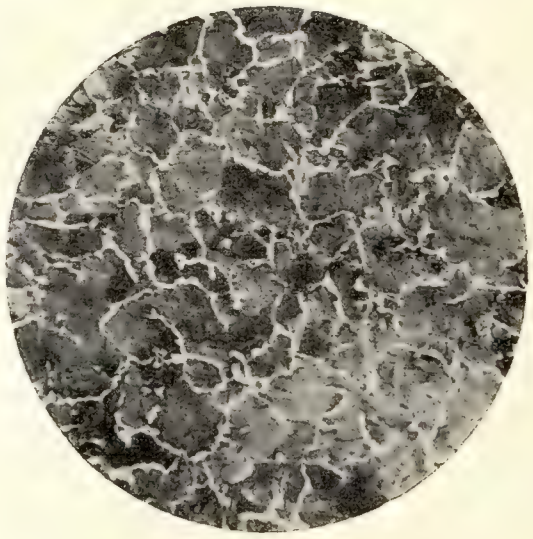
Дружковскій заводъ:
бессемеровская плавка № 80:
$C = 0{,}43$, $Mn = 0{,}98$,
линейное увеличеніе—125.



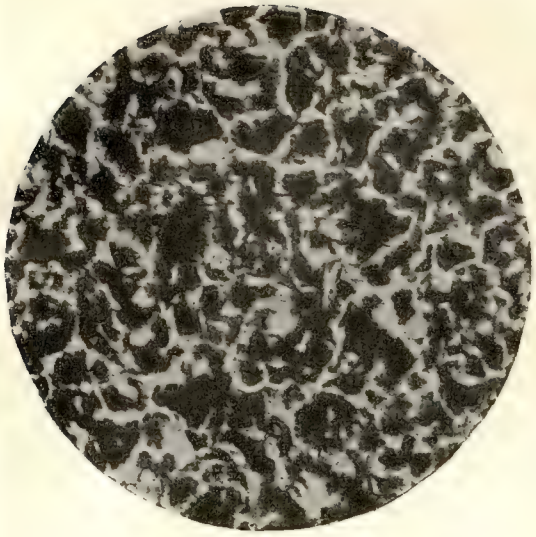
Новороссійскій заводъ:
мартеновская плавка № 4599:
$C = 0{,}47$, $Mn = 0{,}96$,
линейное увеличеніе—110.



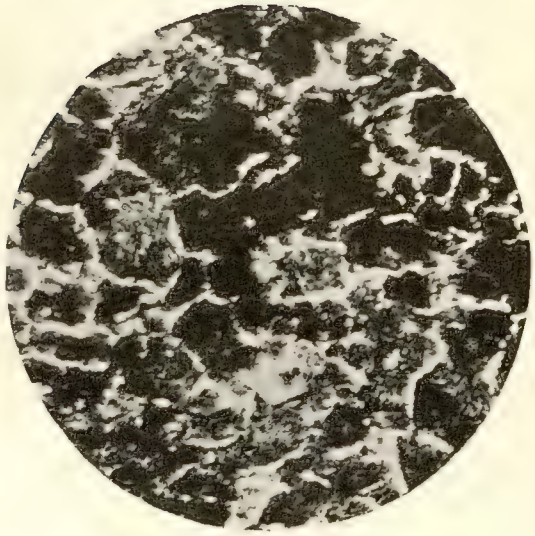
Днѣпровскій заводъ:
бессемеровская плавка № 4586:
$C = 0{,}42$, $Mn = 0{,}75$,
линейное увеличеніе—100.



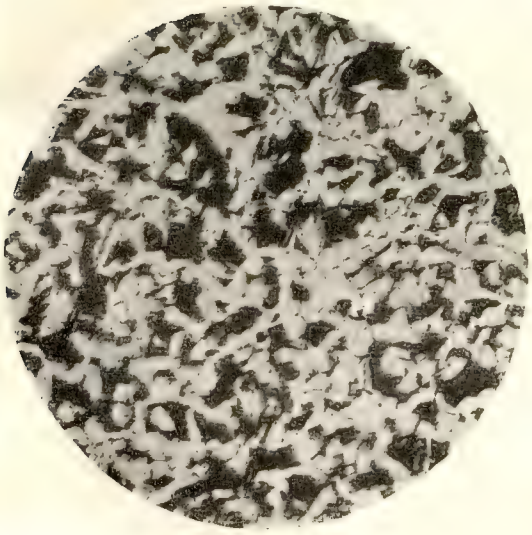
Надеждинскій заводъ:
мартеновская плавка № 1875:
$C = 0{,}44$, $Mn = 0{,}80$,
линейное увеличеніе—120.



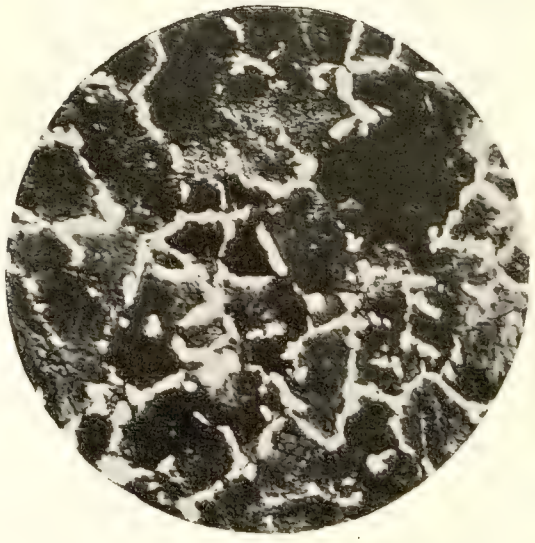
Нижне-Тагильскій заводъ:
бессемеровская плавка № 5114:
$C = 0{,}41$, $Mn = 0{,}33$:
линейное увеличеніе—110.



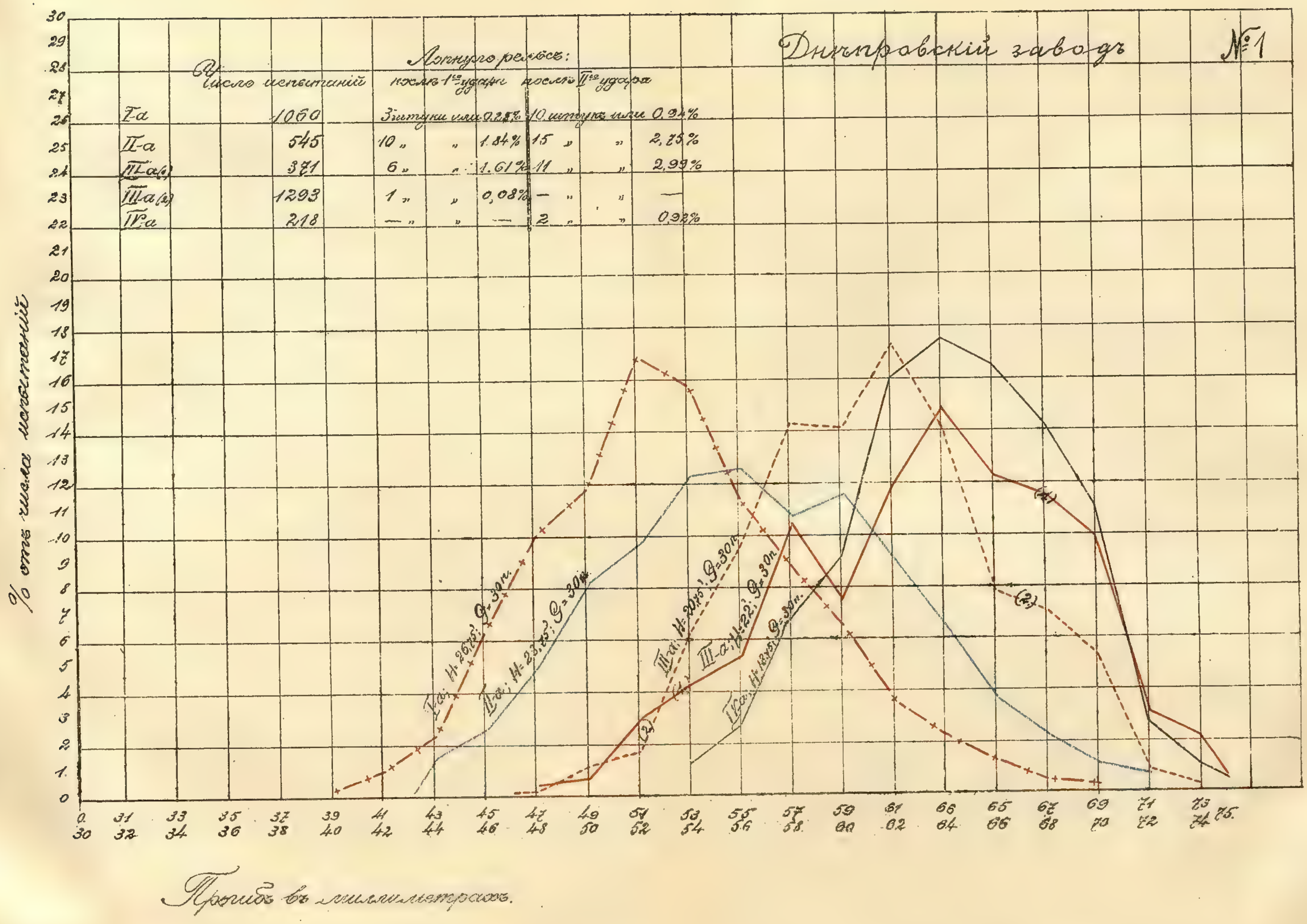
Нижне-Тагильскій заводъ:
мартеновская плавка № 1114:
$C = 0{,}45$, $Mn = 0{,}87$,
линейное увеличеніе—110.



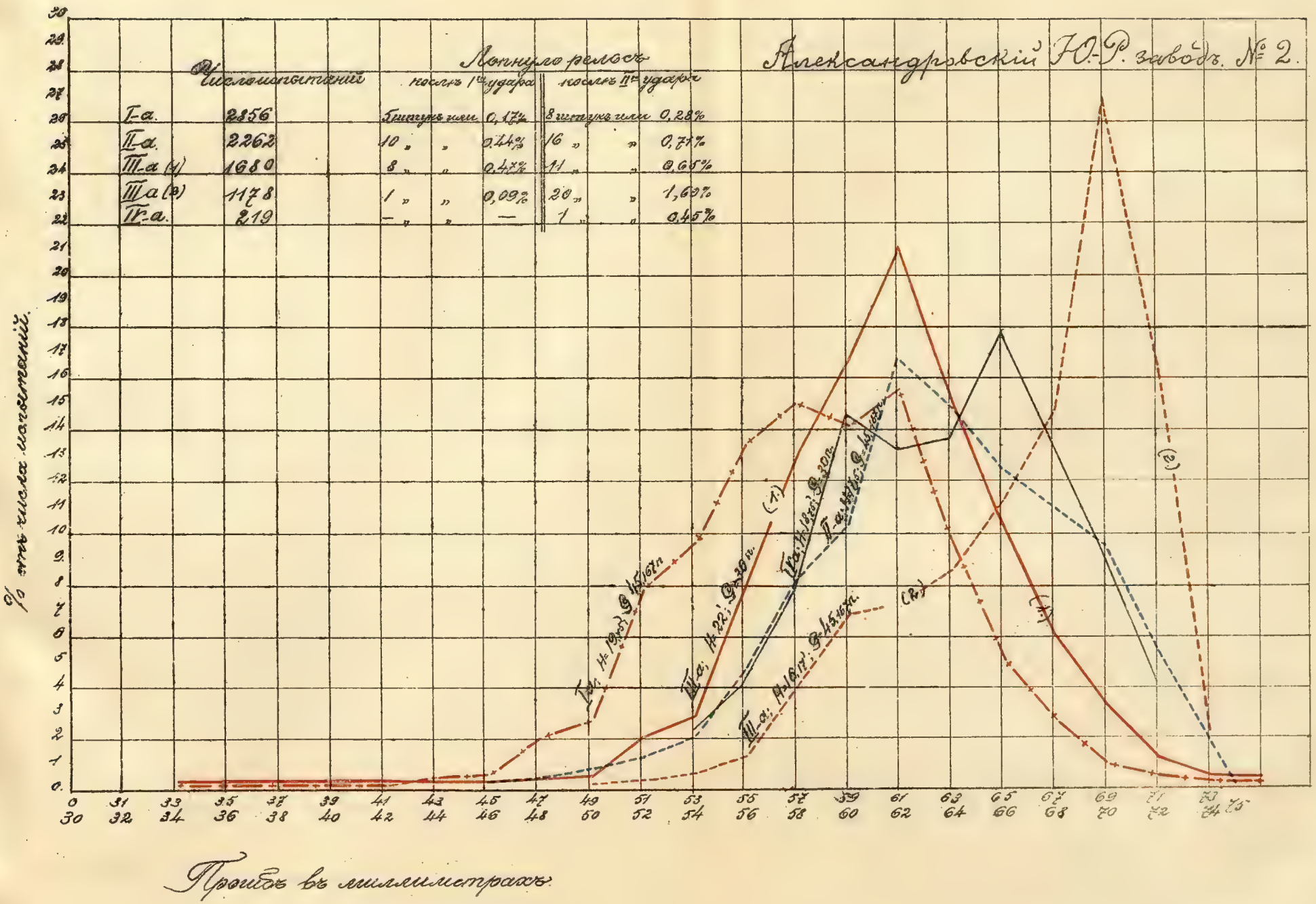
Нижне-Тагильскій заводъ:
бессемеровская плавка № 6647:
$C = 0{,}36$, $Mn = 0{,}45$,
линейное увеличеніе—110.



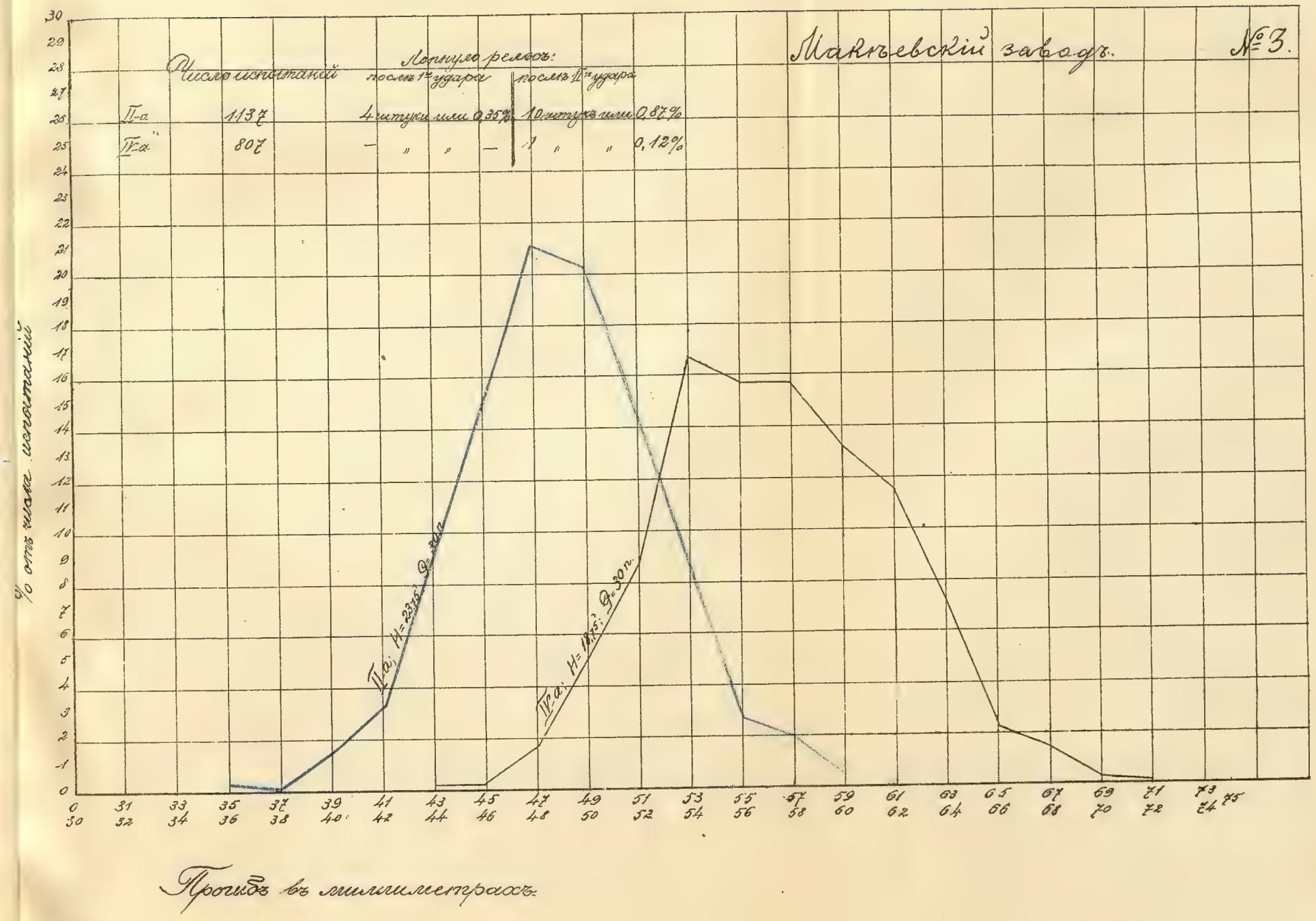
Нижне-Тагильскій заводъ:
мартеновская плавка № 2259:
$C = 0{,}56$, $Mn = 0{,}85$,
линейное увеличеніе—110.

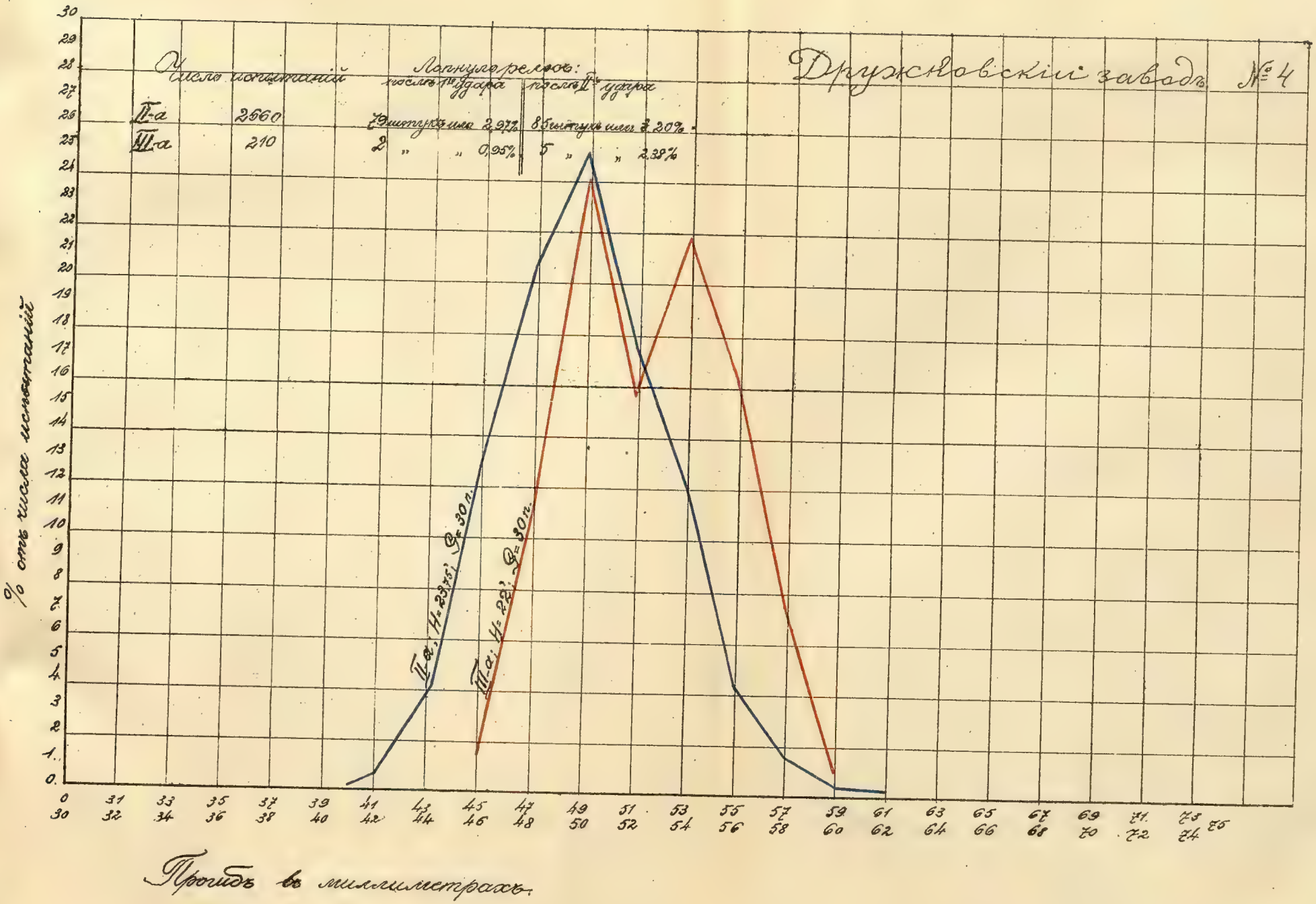


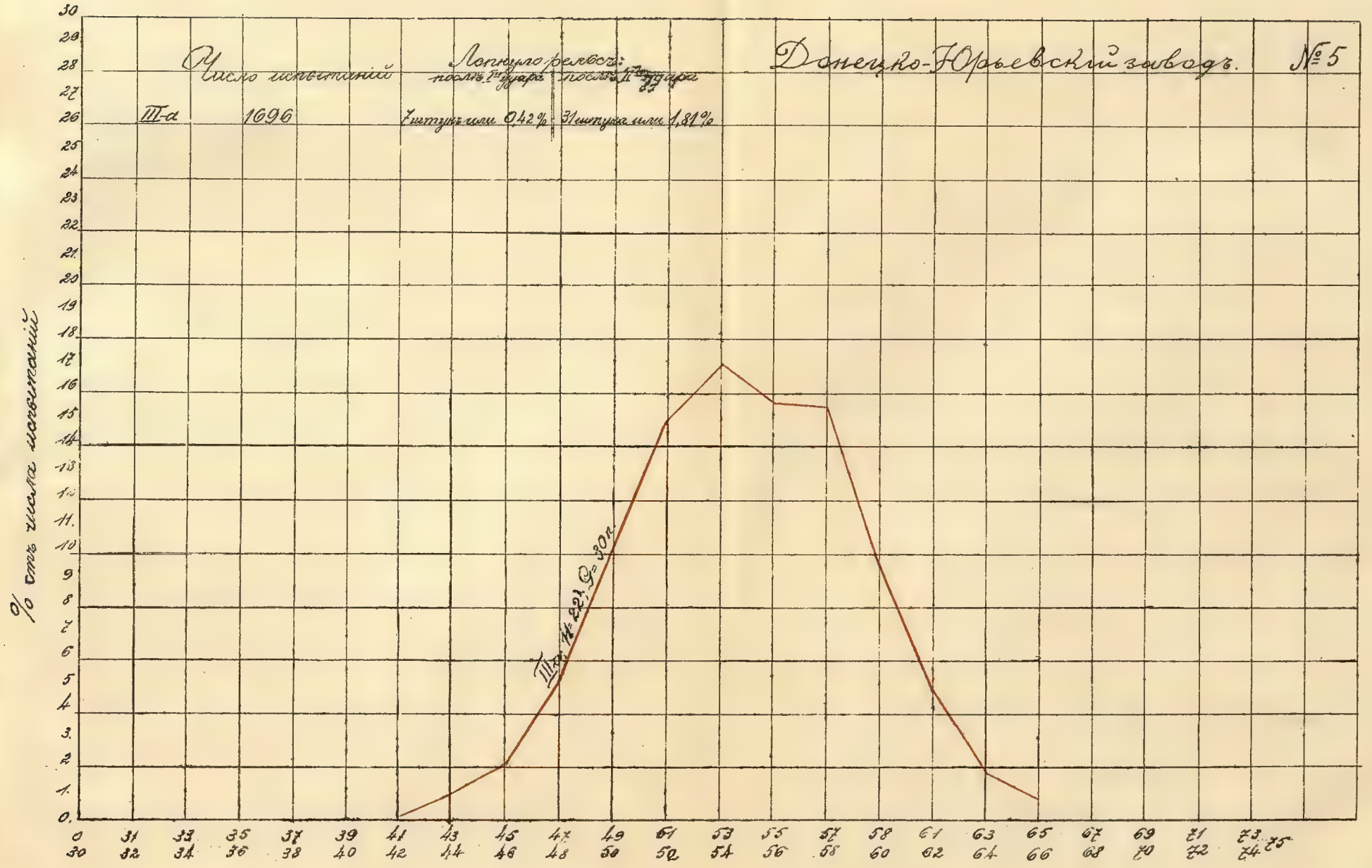
Днѣпровскій заводъ
№ 1
Число испытаній
Лопнуло рельсовъ:
послѣ 1-го удара
послѣ II-го удара
I-a 1060 3 штуки или 0,28% 10 штукъ или 0,94%
II-a 545 10 " " 1,84% 15 " " 2,75%
III-a(1) 371 6 " " 1,61% 11 " " 2,99%
III-a(2) 1293 1 " " 0,08% — " " —
IV-a 218 — " " — 2 " " 0,92%
% отъ числа испытаній
I-a; H-26,75'; Q-30п.
II-a; H-23,75'; Q=30п.
III-a; H-20,75'; Q-30п.
III-a; H-22'; Q-30п.
IV-a; H-18,75'; Q-30п.
(1)
(2)
Прогибъ въ миллиметрахъ.

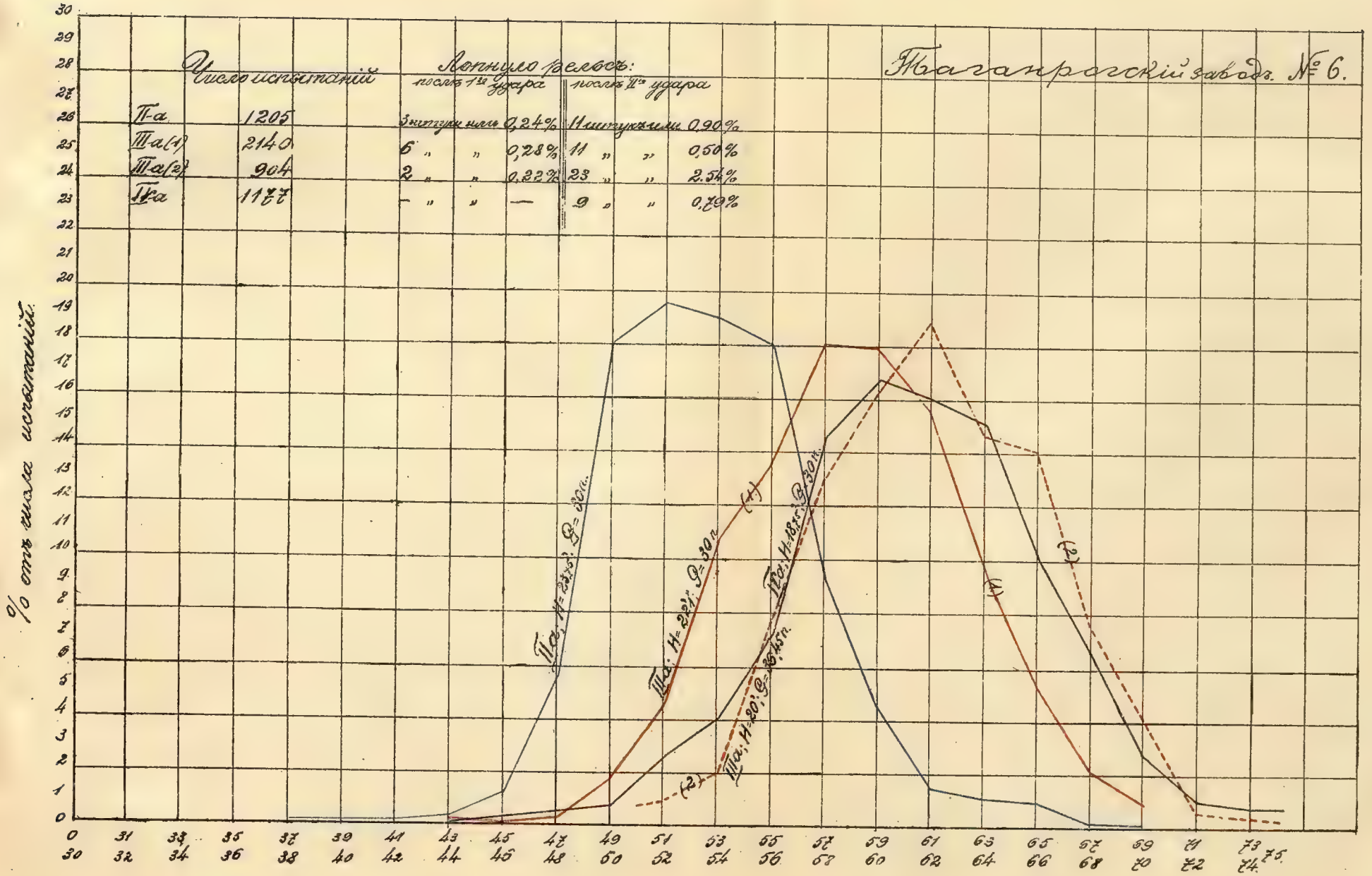

Александровскій Ю.-Р. заводъ. № 2.
Число испытаній
Лопнуло рельсъ
послѣ 1го удара
послѣ IIго удара
I-а. 2856 5 штукъ или 0,17% 8 штукъ или 0,28%
II-а. 2262 10 „ „ 0,44% 16 „ „ 0,71%
III-а (1) 1680 8 „ „ 0,47% 11 „ „ 0,65%
III-а (2) 1178 1 „ „ 0,09% 20 „ „ 1,69%
IV-а. 219 — „ „ — 1 „ „ 0,45%
% отъ числа испытаній
Прогибъ въ миллиметрахъ

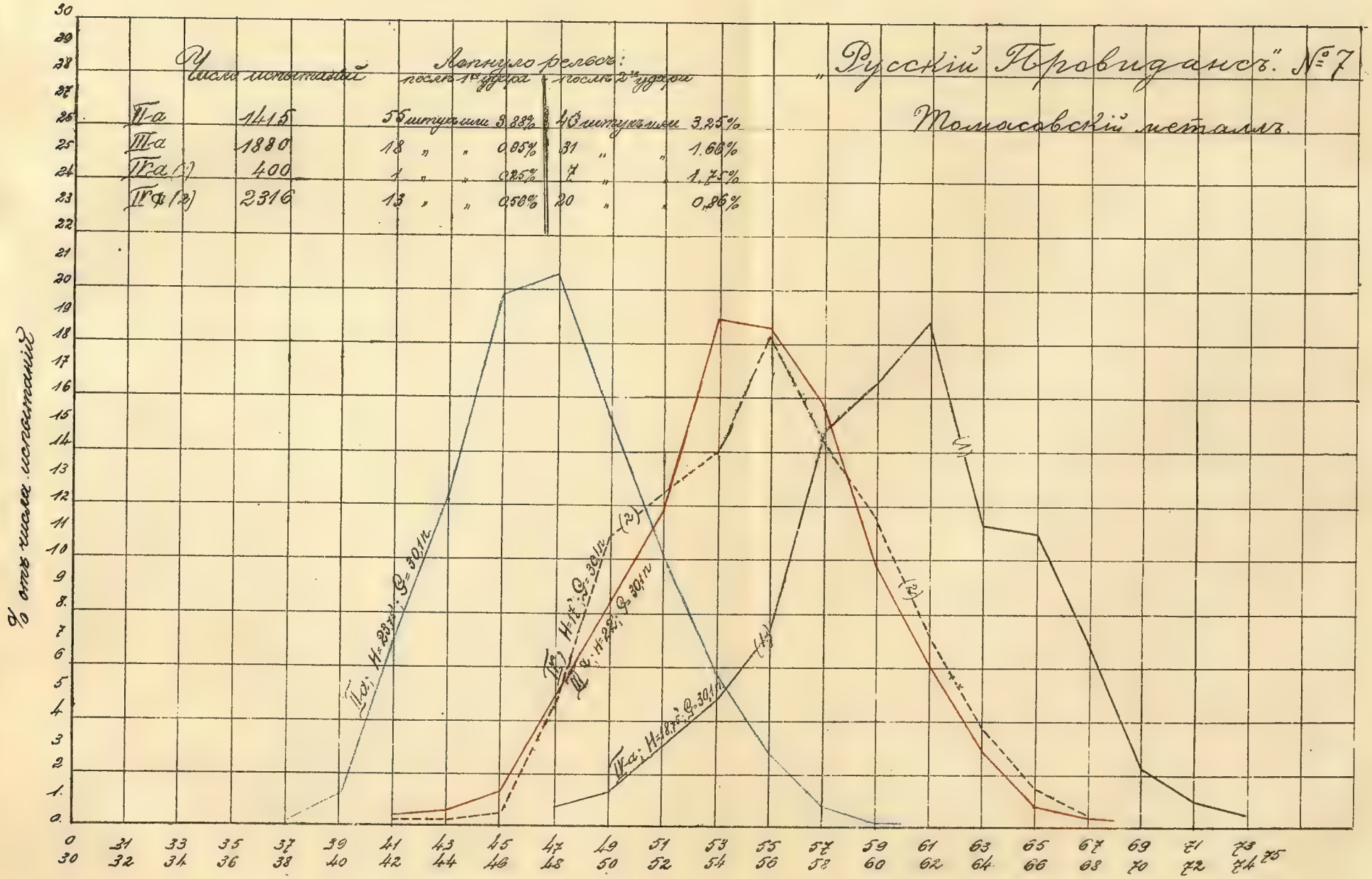
% отъ числа испытаній


Макѣевскій заводъ. №3.
Число испытаній
Лопнуло рельсъ:
послѣ 1го удара
послѣ IIго удара
II-а 1137 4 штуки или 0,35% 10 штукъ или 0,87%
IV-а 807 — " " — 1 " " 0,12%
% отъ числа испытаній
II-а; H=23,75; Q=30п.
IV-а; H=18,75; Q=30п.
Прогибъ въ миллиметрахъ.


Дружковскій заводъ № 4
Число испытаній
Лопнуло рельсъ:
послѣ 1го удара
послѣ IIго удара
II-а 2560 79 штукъ или 2,97% 85 штукъ или 3,20%
III-а 210 2 " " 0,95% 5 " " 2,38%
II-а; H=23,75; Q=30 п.
III-а; H=22; Q=30 п.
% отъ числа испытаній
Прогибъ въ миллиметрахъ.


Донецко-Юрьевскій заводъ. № 5
Число испытаній
Лопнуло рельсъ:
послѣ I-го удара
послѣ II-го удара
III-а
1696
7 штукъ или 0,42%
31 штука или 1,81%
% отъ числа испытаній
Прогибъ въ миллиметрахъ.

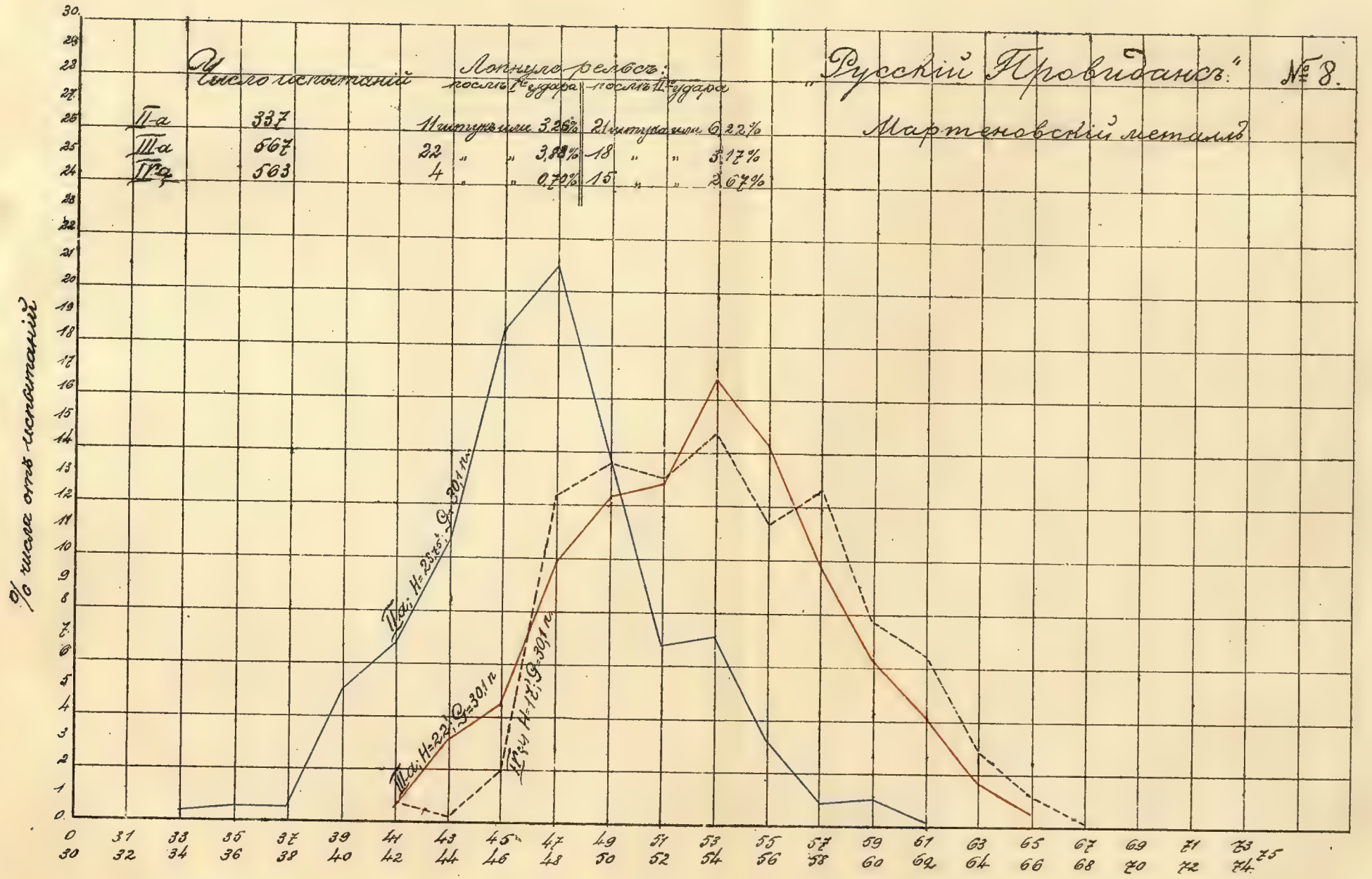

Таганрогскій заводъ. № 6.
Число испытаній
Лопнуло рельсъ:
послѣ 1го удара
послѣ IIго удара
II-а 1205 3 штуки или 0,24% 11 штукъ или 0,90%
III-а(1) 2140 6 " " 0,28% 11 " " 0,50%
III-а(2) 904 2 " " 0,22% 23 " " 2.54%
IV-а 1177 — " " — 9 " " 0,79%
% отъ числа испытаній
Прогибъ въ миллиметрахъ.


„Русскій Провидансъ". №7
Томасовскій металлъ.
Число испытаній
Лопнуло рельсъ:
послѣ 1го удара
послѣ 2го удара
II-а 1415 55 штукъ или 3,88% 46 штукъ или 3,25%
III-а 1880 18 „ „ 0,85% 31 „ „ 1,66%
IV-а (1) 400 1 „ „ 0,25% 7 „ „ 1,75%
IV-ф (2) 2316 13 „ „ 0,56% 20 „ „ 0,86%
% отъ числа испытаній
Прогибъ въ миллиметрахъ.

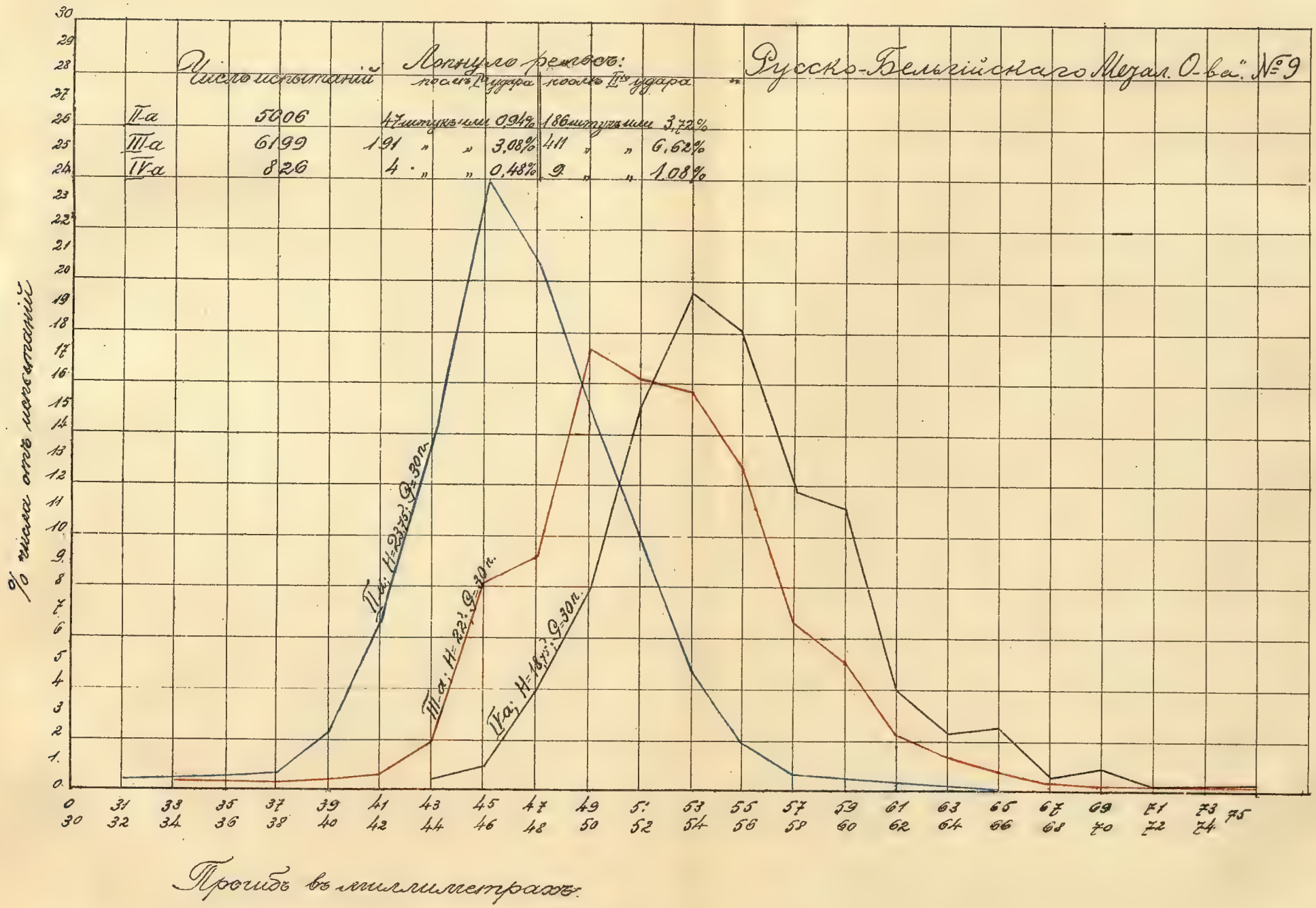
„Русскій Провиданс“ № 8.

Мартеновскій металлъ

	Число испытаній	Лопнуло рельсъ: после 1-го удара	после 2-го удара
II-а	337	11 штукъ или 3,26%	21 штука или 6,22%
III-а	667	22 „ „ 3,33%	18 „ „ 5,17%
IV-а	563	4 „ „ 0,70%	15 „ „ 2,67%



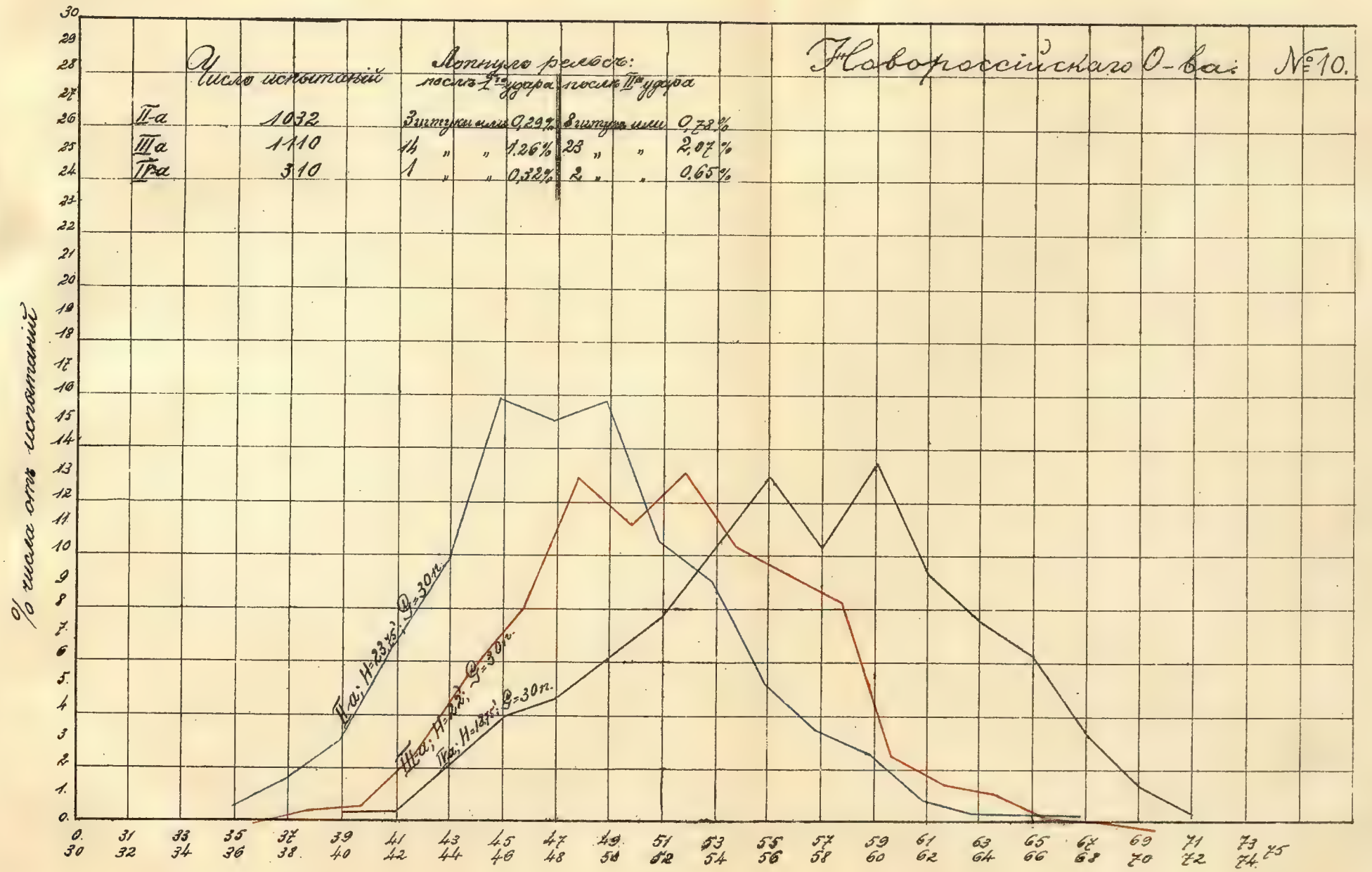
Прогибъ въ миллиметрахъ.



Русско-Бельгійскаго Метал. О-ва. № 9
Число испытаній
Лопнуло рельсъ:
послѣ I-го удара
послѣ II-го удара
II-а 5006 47 штукъ или 0,94% 186 штукъ или 3,72%
III-а 6199 191 „ „ 3,08% 411 „ „ 6,62%
IV-а 826 4 „ „ 0,48% 9 „ „ 1,08%
II-а; H=23,75; Q=30п.
III-а; H=22; Q=30п.
IV-а; H=18,75; Q=30п.
% числа отъ испытаній
Прогибъ въ миллиметрахъ.

Новороссійскаго О-ва: №10.

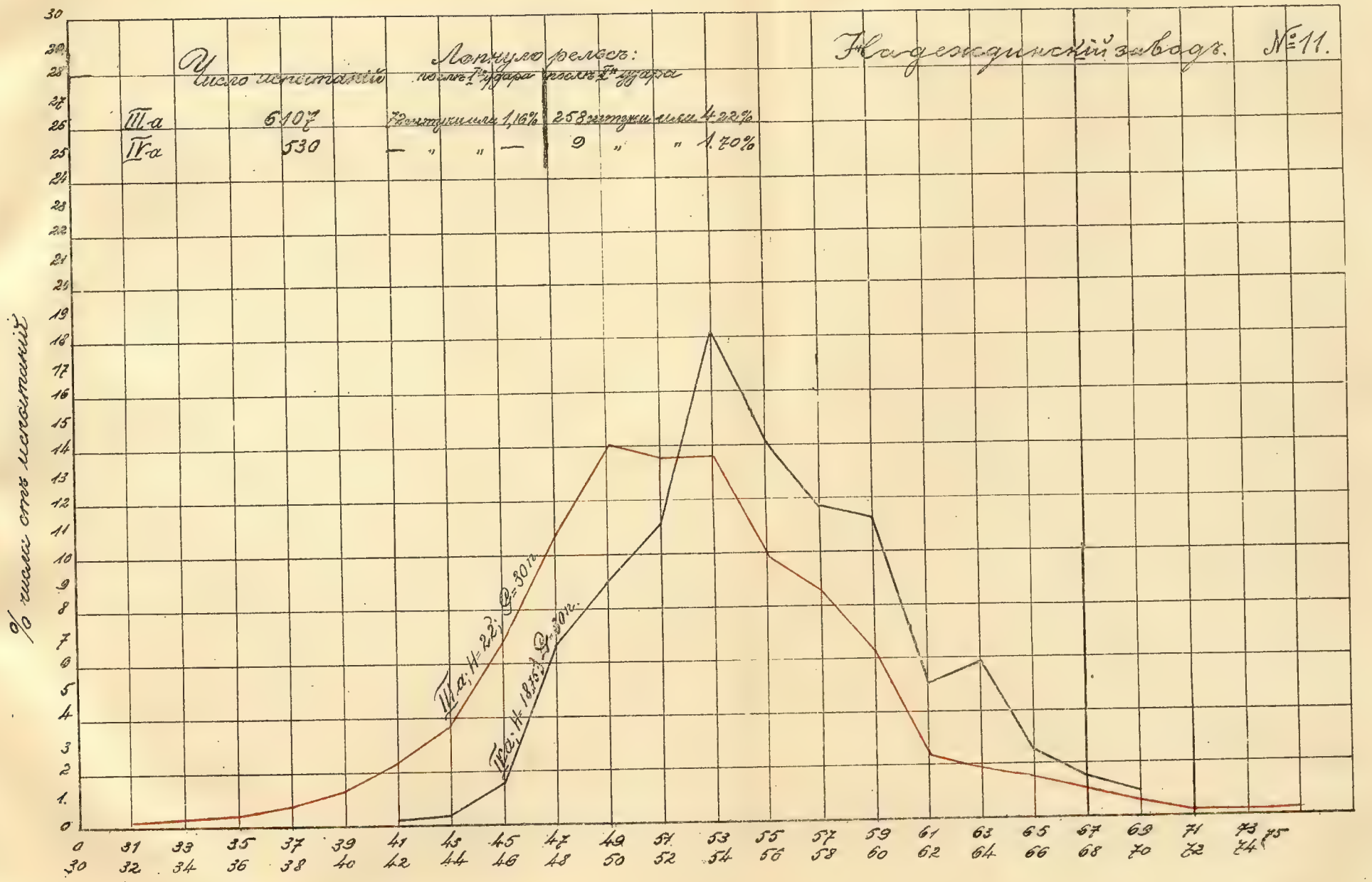
	Число испытаній	Лопнуло рельсъ: послѣ I-го удара		послѣ II-го удара	
II-а	1032	3 штуки или	0,29%	8 штукъ или	0,78%
III-а	1110	14 " "	1.26%	23 " "	2,07%
IV-а	310	1 " "	0,32%	2 " "	0.65%



Прогибъ въ миллиметрахъ.

Кадеевский завод. №11.

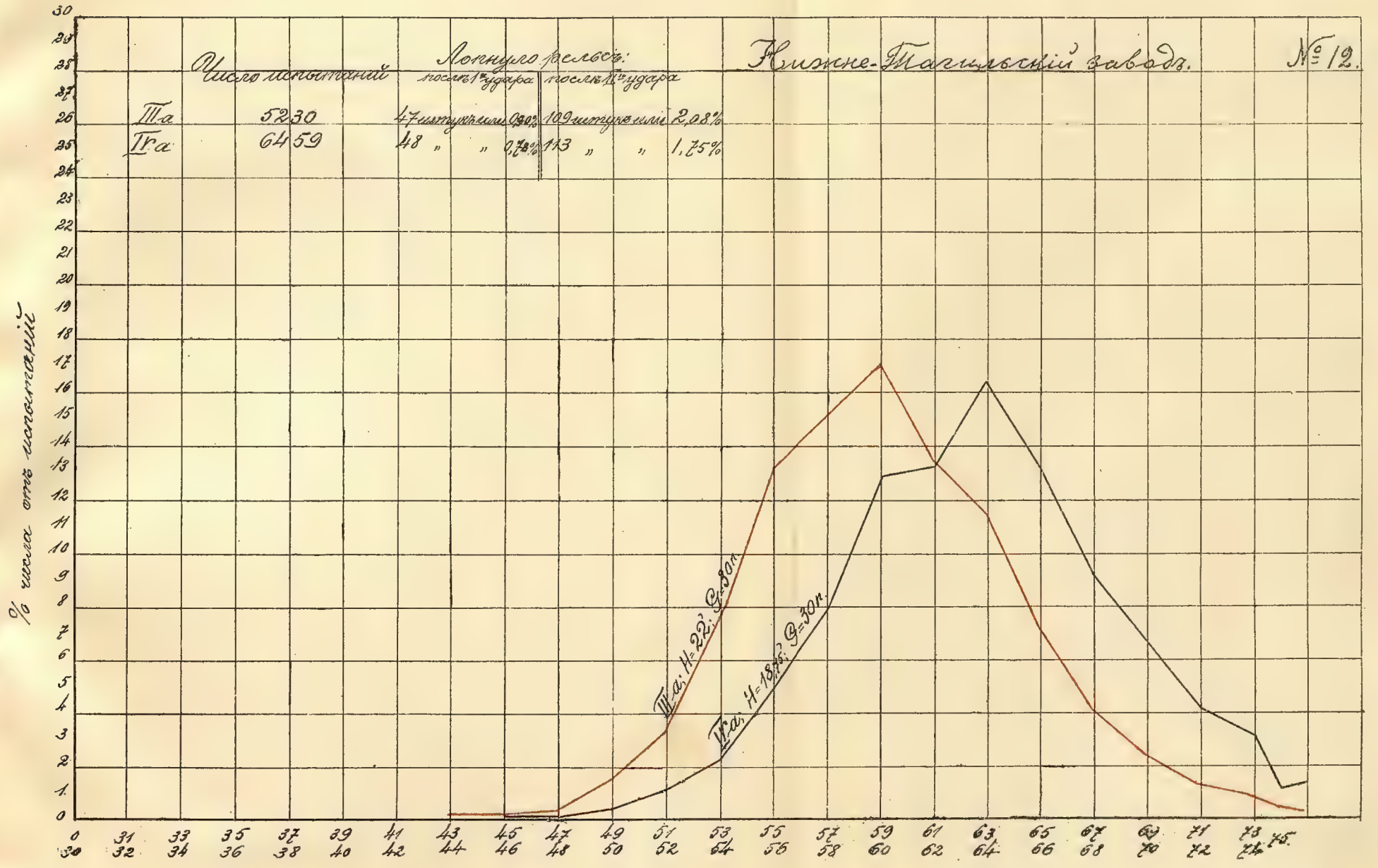
	Число испытаний	Лопнуло рельс: по вин. 1-го удара	по вин. 2-го удара
III-а	510 т	7 штук или 1,16%	25 штук или 4,22%
IV-а	530	— " " —	9 " " 1,70%



Прогиб в миллиметрах.

Нижне-Тагильский завод. № 12.

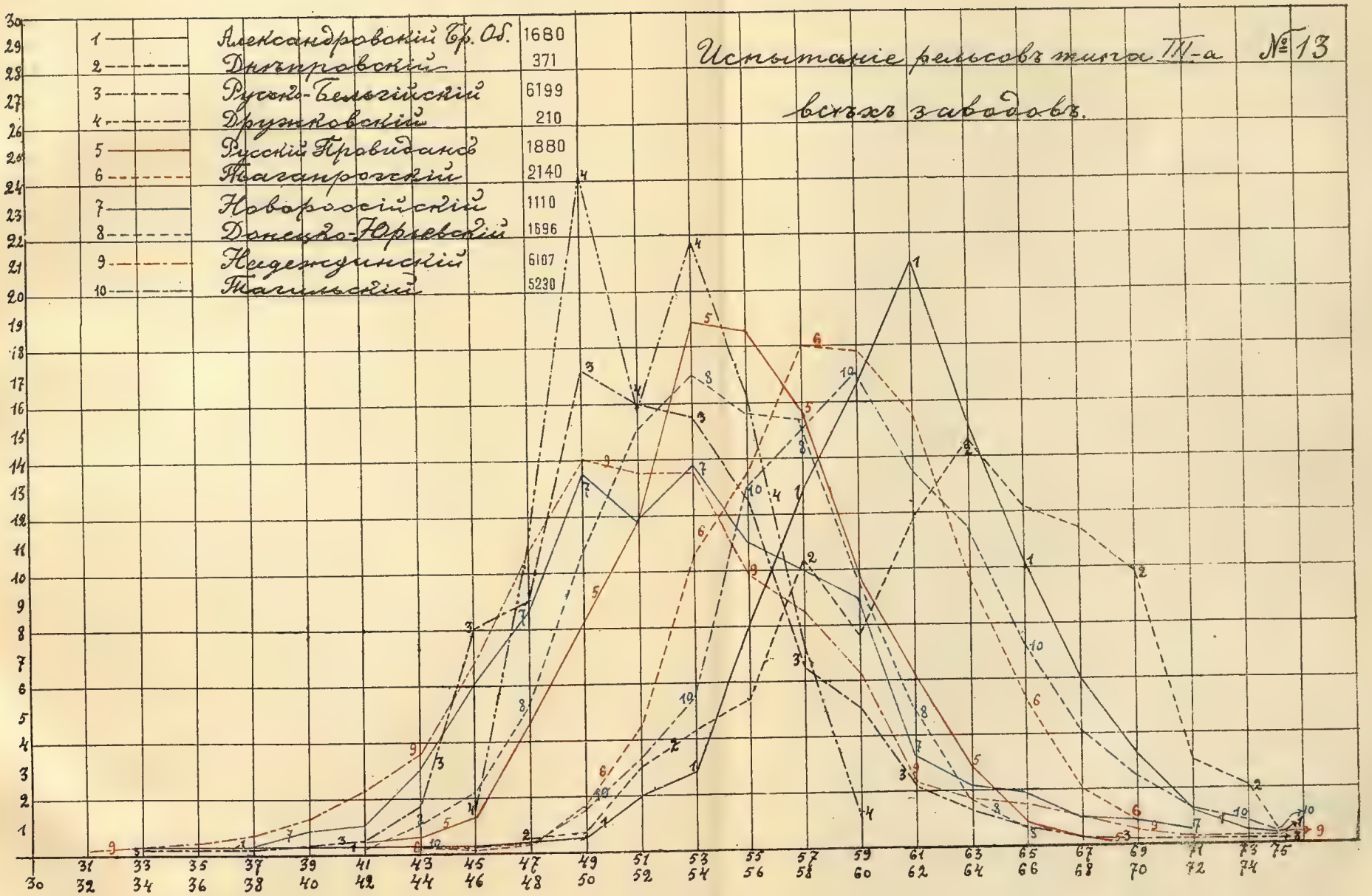
	Число испытаний	Лопнуло рельсов: после 1-го удара	после 2-го удара
Ша	5230	47 штуками 0,90%	109 штуками 2,08%
Iга	6459	48 „ „ 0,74%	113 „ „ 1,75%



Испытание рельсовъ типа IV-а № 13

всѣхъ заводовъ.

1	Александровскій Бр. Об.	1680
2	Днѣпровскій	371
3	Русско-Бельгійскій	6199
4	Брянковскій	210
5	Русскій Провиданс	1880
6	Таганрогскій	2140
7	Новороссійскій	1110
8	Донецко-Юрьевскій	1696
9	Нидекунскій	6107
10	Тагильскій	5230



Лен. Гос. Ун-т
Научная
библиотека им.
Горького